

ISSN 0016-5301

GAYANA

BOTANICA VOLUMEN 45 NUMEROS 1-4 1988

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION-CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS
Y DE RECURSOS NATURALES
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
CHILE

DIRECTOR DE LA REVISTA:
Andrés O. Angulo
REEMPLAZANTE DEL DIRECTOR:
Oscar Matthei J.
REPRESENTANTE LEGAL:
Carlos von Plessing B.
PROPIETARIO:
Universidad de Concepción
DOMICILIO LEGAL:
Caupolicán 518, 3er. piso, Concepción, Chile

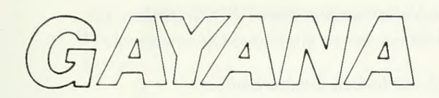
I CONGRESO LATINOAMERICANO DE FICOLOGIA MARINA Y III SYMPOSIUM SOBRE ALGAS MARINAS CHILENAS

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
CONCEPCION-CHILE
16-20 de noviembre de 1987

Esta publicación se llevó a cabo con la ayuda de una donación otorgada por el CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO, OTTAWA, CANADA.

N.E.: En razón a que este evento científico ha sido entregado a un grupo de investigadores, ellos actuarán —por esta vez— como Editor y Comité Editorial científico.

ISSN 0016-5301



BOTANICA VOLUMEN 45 NUMEROS 1-4 1988

CONTENIDO / CONTENTS

I CONFERENCIAS

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION—CHILE

V *BIOLOGIA Y ECOLOGIA*

"Los infinitos seres naturales no podrán perfectamente conocerse sino luego que los sabios del país hagan un especial estudio de ellos".

CLAUDIO GAY, Hist. de Chile, Zool. 1:14 (1847).

Portada: Logotipo, I Congreso Latinoamericano de Ficología Marina y III Symposium sobre Algas Marinas Chilenas. Universidad de Concepción, 16-20 Noviembre 1987.

ESTA REVISTA SE TERMINO DE IMPRIMIR
EN LOS TALLERES DE
EDITORA, IMPRESORA Y PERIODISTICA ANIBAL PINTO, S.A.
EN EL MES DE DICIEMBRE DE 1988
LA QUE SOLO ACTUA COMO IMPRESORA
PARA LA EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

I CONGRESO LATINOAMERICANO DE FICOLOGIA MARINA Y III SYMPOSIUM SOBRE ALGAS MARINAS CHILENAS

16 — 20 de noviembre de 1987

COMITE ORGANIZADOR

Coordinador General	:	Krisler Alveal V.
Secretario-Tesorero	:	Héctor Romo D.
Comisión Organizadora	:	Lisandro Chuecas M.
		Camilo Werlinger I.
		Andrea Aste von B.

DEPARTAMENTO DE OCEANOLOGIA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y DE RECURSOS NATURALES
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

Agradecemos el patrocinio de las siguientes instituciones al Congreso y Symposium de Algas Marinas:

Extranjeras

- Idrc (International Development Research Center) Canada
- Unesco — Montevideo — Uruguay
- Pnud — Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Nacionales

- Subsecretaria de Pesca
- Conicyt
- Serplac VIII Region
- Universidad de Concepcion (Direccion de Investigacion)
- Algas Marinas S.A.
- Ladeco S.A.
- Algas Caldera Wilkomirsky e Iturriaga Ltda

  Proagar S.A
- Algina S.A
- Petroquimica Dow S.A.
- Pesquera Sur Exportaciones
- Farmacias San Pedro — Concepcion
- Productora de Algas Marinas Tala

Es grato expresar nuestro agradecimiento a las siguientes personas que colaboraron activa y eficientemente en la organizacion y realizacion del Congreso.

Jorge Valenzuela G., Mario Nunez O., Miguel Donoso P.,

Mariela Vasquez F., Marcia Vargas McC., Claudia Baldivieso M.,

Silvia Carrillo P., Jose Caamano C.

Lista de Participantes al I Congreso Latinoamericano de Ficologia Marina y III Symposium Sobre Algas Marinas Chilenas

Acleto Osorio, Cesar
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Dirección Postal 140434
Fono: 363322
Lima 14 — Perú

Acosta Morales, Ismael
INVEMAR — Becario IDRC
Dirección Postal A.A. 1016
Fono: 35410
Santa Marta — Colombia

Aguilera Obando, Mario
Universidad Austral de Chile
Dirección Postal Casilla 567
Fono: 3911-313
Valdivia — Chile

Alcalde Vilches, Eduardo
Universidad de Antofagasta
Dirección Postal Francisco Salazar 01110
Temuco — Chile

Alveal Villena, Krisler
Universidad de Concepción
Departamento de Oceanología
Casilla 2407 — Apartado 10
Fono: 234985-2502
Concepción — Chile

Ambler Vega, Rattcliff
Universidad del Norte
Dirección Postal Casilla 117
Fono: 311287
Coquimbo — Chile

Aste von Bennewitz, Andrea
Universidad de Concepción
Departamento de Oceanología
Casilla 2407 — Apartado 10
Fono: 234985-2502
Concepción — Chile

Ayal Lasagna, Hugo
Universidad de Santiago de Chile
Casilla 5659
Fono: 762816
Santiago — Chile

Azevedo de Oliveira Ferreira, Vanusa
Coralga Prod. de Beleza Ltda.
Dirección Postal Rua Coronel Djalma Leite 15
Recife — Brasil

Baldivieso Moreno, Claudia
Universidad de Concepción
Departamento de Oceanología
Casilla 2407 — Apartado 10
Fono: 234985-2502
Concepción — Chile

Barrientos Astudillo, Edna
Universidad Católica de Chile
Sede Regional Talcahuano, Area de Biotecmar
Dirección Postal Casilla 127
Fono: 542592
Talcahuano — Chile

Basualto Muñoz, Silvia
Universidad de Concepción
Dirección Postal Casilla 2407
Concepción — Chile

Baysse Berterretche, Cecilia
Facultad Humanidades y Ciencias
Dirección Postal Tristán Narvaja 1674
Fono: 491104-06
Montevideo — Uruguay

Benavente Palacios, Mario
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Avenida Aperales 1256
Fono: 710117
Lima — Perú

Bezerra Fernandes de Oliveira, Dilma
EMPARN
Avda. Prudente de Morais, 836
CX Postal 188
59.000 — Natal r/n
Brasil

Burone Magarinos, Federico
Facultad de Humanidades y Ciencias
Tristán Narvaja 1674
Fono: 491104-06
Montevideo — Uruguay

Buschmann Rubio, Alejandro
Instituto Profesional de Osorno
Departamento de Acuicultura
Casilla 933
Fono: 5377-08
Osorno — Chile

Buzeta Bordali, Ramon
Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID)
Apartado Aéreo 53016
Fono: 255-8600
Bogotá — Colombia

Câmara-Néto, Clementino
Museu do Mar "Onofre Lopes"
VERN BR
Rua Prof. Bilae de Farias, 1769
Fono: 0842313072
Natal — Brasil

Camus Contreras, Patricio
Pontificia Universidad Católica de Chile
Casilla 114-D
Fono: 2224516
Santiago — Chile

Carrillo, Silvia
Universidad Nacional Federico Villarreal
Facultad de Oceanografía, Pesquería y Ciencias Alimentarias
Jr Francia 726 Miraflores
Lima 18 — Perú

Candia Poza, Arturo
Universidad Católica de Chile
Sede Talcahuano
Casilla 127
Fono: 542592-34
Talcahuano — Chile

Caviedes Palma, Guillermo
Empresa Pesquera PACTO S A
Casilla 47
Maullín — Chile

Collantes Saa, Gloria
Universidad de Valparaíso
Barros Borgoño s/n
Casilla 13-D
Fono: 970420
Viña del Mar — Chile

Collins Cardenas, Dagoberto
Universidad Católica de Chile
Sede Talcahuano
Gesswein 70, Pedro de Valdivia
Fono: 331109
Concepción — Chile

Contreras Candia, Francisco
Instituto Profesional de Osorno
Han Navotavo 583
San Carlos — Chile

Cordova Castañeda, Cesar
Universidad Nacional Mayor
de San Marcos
Grupo Depsea, Apartado 1898
Fono: 523145
Lima 100 — Perú

Covarrubias Fuentes, Isabel
Universidad del Norte —
Sede Coquimbo
Casilla 117, Correo Coquimbo
Coquimbo — Chile

Dantagnan Dantagnan, Herman
Universidad del Norte —
Sede Coquimbo
Casilla 117
Coquimbo — Chile

Davyt Garcia, Amilcar
Facultad de Humanidades y Ciencias
Tristán Narvaja 1674
Fono: 491104-06
Montevideo — Uruguay

Delucchi Fonck, Marcos
Cementos Bio Bio S.A.
Casilla 93-C
Concepción — Chile

Diaz Pincheira, Roxana
Universidad Católica de Chile
Sede Talcahuano
Casilla 127 — Prat 88
Fono: 542592-35
Talcahuano — Chile

Diaz Vilches, Mario
Universidad de Antofagasta
Instituto de Investigaciones
Oceanológicas
Casilla 1240
Fono: 222248-203
Antofagasta — Chile

Delgado Oro Laprieda, Salvador
Casilla de Correo 1336
Fono: 23374
(8400) S.C. Bariloche-Argentina

Donoso Pastor, Jose Miguel
Universidad de Concepción
Departamento de Oceanología
Casilla 2407 — Apartado 10
Fono: 234985-2502
Concepción — Chile

Edding Villablanca, Mario
Universidad del Norte
Departamento de Biología Marina
Casilla 117
Fono: 311984
Coquimbo — Chile

Eguren Verano, Maria
Universidad Católica
Los Ciruelos 105 — 3 Cayma
Fono: 220297
Arequipa — Perú

Elorz Zout, Maria
Universidad Austral de Chile
Avenida Francia 1780
Valdivia — Chile

Encina Montoya, Francisco
Universidad Austral de Valdivia
Instituto de Botánica
Casilla 567
Fono: 2681-313
Valdivia — Chile

Escorcia Sierra, Antonio
FUNCAP — INDERENA
Craiga N° 9-41
Fono: 34067
Santa Marta Magdalena — Colombia

Espoz Larrain, Carmen
Universidad de Concepción
Departamento de Oceanología
Casilla 2407 — Apartado 10
Fono: 234985-2502
Concepción — Chile

Etcheverry Daza, Hector
Instituto de Oceanología
Universidad de Valparaíso
Casilla 13-D
Fono: 971411
Viña del Mar — Chile

Faget Montero, Maria
Facultad de Humanidades y Ciencias
Tristán Narvaja 1674
Fono: 491104
Montevideo — Uruguay

Faulbaum Mayorga, Dionisio
Estudios Agrarios Ancud (EAA)
Avda. Arturo Prat 87
Fono: 595
Ancud — Chile

Fernandez Gomez, Marcelo
Universidad Católica de Valparaíso
Luis Orione 530
Fono: 930308
Quintero — Chile

Ferrario, Martha
Facultad de Ciencias Naturales
de La Plata
Paseo del Bosque s/n
Fono: 218805
La Plata — Argentina

Figueroa Urbina, Wladimir
Universidad de Concepción
Departamento de Botánica
Casilla 2407
Fono: 234985-2418
Concepción — Chile

Fonck O'Brian, Erika
Universidad del Norte
Dirección Postal Casilla 117
Fono: 311287
Campus Guayacán
Coquimbo — Chile

Galleguillos Villagra, Jaime
Dirección Postal México 9493
Fono: 2815344
La Florida
Santiago — Chile

Garcia Aneiros, Guillermo
Soriano S.A.
Dirección Postal Evans 40
Fono: 91033
Chubut — Argentina

Gayoso de Muglia, Ana Maria
Instituto Argentino de Oceanografía
Casilla 195-8000
Bahía Blanca — Argentina

Gonzalez Rodas, Gaston Eduardo
Universidad de Concepción
Departamento de Botánica
Casilla 2407
Fono: 234985-2418
Concepción — Chile

Guerra Carrera, Jose Luis
Universidad del Pacífico
Avda. Salaverry 2020 Jesús María
Lima — Perú

Hinojosa Nuñez, Jaime
Colo Colo 219
Fono: 236545
Concepción — Chile

HOFFMANN MARECHAL, ALICIA
Universidad Católica de Chile
Casilla 114-D
Fono: 2224516
Santiago — Chile

HUBER SCHULZ, CARLOS
Arauco 881
Fono: 224913
Chillán — Chile

IGLESIAS CARREÑO, JORGE
Universidad de Valparaíso
Casilla 13-D
Viña del Mar - Chile

INOSTROZA DELGADO, INGRID
Universidad de Concepción
Casilla 2407 — Apartado 10
Fono: 234985-2502
Concepción — Chile

IVANAC DEPOLO, IVO
Algas Marinas S.A.
P.O.Box-9529
Fono: 465086
Santiago — Chile

JARA MUÑOZ, GLORIA
Universidad Austral de Chile
Casilla 567
Fono: 3911-313
Valdivia — Chile

KOCH BELMAR, PATRICIA
Instituto Profesional de Osorno
Casilla 933
Fono: 5377-08
Osorno — Chile

LUISE KOENING, MARIA
Rua das Creoulas 78/104
Departamento de UFPE
Fono: 2314134
Recife — Pernambuco — Brasil

KUSCHEL MIRANDA, FELIX ARNOLDO
Instituto Profesional de Osorno
Casilla 933
Fono: 5377-08
Osorno — Chile

LAFON VILLGRON, ALEJANDRA
Universidad Católica de Talcahuano
Casilla 127
Talcahuano — Chile

LANCELLOTTI GIGANTI,
DOMINGO ANTONIO
Universidad del Norte
Casilla 117
Coquimbo — Chile

LARROSA POMI, JOSE DANIEL
Universidad de la República
Casilla de Correo 1157
Fono: 205438-24
Montevideo — Uruguay

DE LAVÔR-FERNANDES, GUACYRA
Labohidro UFMA
Praça Gonçalves Dias 21, São Luis
Fono: 2226319
Maranhao — Brasil

LEON OLAVARRIA, LEON
Universidad Nacional Agraria
UNA - La Molina
Lima 12 — Peru

LEON VILLAVICENCIO, ELENA CRISTINA
Universidad del Norte
Casilla 117
Fono: 311987
Coquimbo — Chile

LOPEZ ESCOBAL, CESAR HUGO
Universidad de la República
Casilla de Correo 1167
Fono: 205229
Montevideo — Uruguay

MACHIAVELLO ARMENGOL,
JUAN EMILIO
Universidad del Norte
Casilla 117
Coquimbo — Chile

MALBRAN HOURTON, MARIA ELENA
Universidad Católica de Chile
Casilla 114-D
Fono: 2224516-2649
Santiago — Chile

MANSILLA INOSTROZA, JORGE LUIS
Instituto Profesional de Osorno
Casilla 933
Osorno — Chile

MATAMALA, MANIRA
Estación de Biología Marina
Quempillén
Casilla 333
Ancud — Chile

MATSUHIRO YAMAMOTO, BETTY
Universidad de Santiago
Casilla 5659
Fono: 761402
Santiago — Chile

MELO URRUTIA, CARLOS
Universidad de Valparaíso
Instituto de Oceanología
Casilla 13-D
Fono: 970420
Viña del Mar — Chile

MENDOZA, MARIA LAURA
C.O.N.I.C.E.T. CADIC
Casilla de Correo 92
Fono: 92310
Ushuaia, Tierra del Fuego
Argentina

MONTECINO BANDERET, VIVIAN
Universidad de Chile
Casilla 653
Fono: 2712977
Santiago — Chile

MONTT VIDAL, CARLOS ALBERTO
Universidad Austral de Chile
Instituto de Botánica
Casilla 567
Valdivia — Chile

MORENO RODRIGUEZ, SONIA
Universidad del Norte
Casilla 117
Fono: 311984
Coquimbo — Chile

MUÑOZ GARCIA, CARLOS MOISES
Universidad de Concepción
Casilla 2407 — Apartado 10
Fono: 234985
Concepción — Chile

MUÑOZ FIERRO, INES MAGALY
Juan Antonio Ríos 01610
Coronel — Chile

MUÑOZ NUÑEZ, JOSE ERNESTO
Instituto Profesional de Osorno
Casilla 933
Osorno — Chile

NAVARRO RAMAS, JULIO NELSON
Universidad Católica de Puerto Rico
Ponce 00731
Fono: 844-4150/141
Puerto — Rico

NAVARRETE MARINOT, VICENTE
Avda. Andrés Bello 1051 Oficina 2601
Fono: 740716
Santiago — Chile

Nuñez Elias, Sergio Patricio
Universidad de Concepción
Departamento de Oceanología
Casilla 2407 — Apartado 10
Fono: 234985-2502
Concepción — Chile

Nuñez Orellana, Mario Antonio
Universidad de Concepción
Departamento de Oceanología
Casilla 2407 — Apartado 10
Fono: 234985-2502
Concepción — Chile

Olivares Danovaro, Guillermo Francisco
Instituto Profesional de Osorno
Casilla 933
Osorno — Chile

De Oliveira, Eurico
Universidade de Sao Paulo
Instituto Biociencias
Caixa Postal 11461
Fono: 2102122(260)
Sao Paulo S.P. — Brasil

Oliveira Azevedo, Vanusa
Rua Cel. Djalma Leite 15
Cidade Universitaria
Recife — Brasil

Orrego Guajardo, Patricia Veronica
Universidad del Norte
Casilla 117
Coquimbo — Chile

Parra Leiva, Bernardo
Universidad Católica de Valparaíso
Casilla 4095
Fono: 251024-3243
Valparaíso — Chile

Pinheiro Joventino, Francisca
Universidade Federal Ceará
Avda. da Aboliçao 3207 — C.P. 1072
Fono: 2241511
Fortaleza Ceará — Brasil

Perales Cortes, Maria Carolina
Casilla de Correo 1336
Fono: 23374
Bariloche — Argentina

Pereira Barreto, Sonia Maria
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Avda. D. Manoel de Madeiros s/n Dois Irmaos
50000 Recife- PE
Fono: 081-2685477
Brasil

Perez Espinoza, Eduardo Patricio
Universidad del Norte
Casilla 117
Coquimbo — Chile

Perez Julio, Victor Manuel
Instituto Profesional de Osorno
Casilla 933
Fono: 4785
Osorno — Chile

Peruzzo Leischner, Gina Agnes
Universidad Austral de Chile
Casilla 567
Valdivia — Chile

F. Peters, Akira
Universidad Austral de Chile
Casilla 567
Valdivia — Chile

Pichott de la Fuente, Luis
Pesqueras Aguas Marinas Ltda
Valdivia 105 Of. 208
Fono: 4991
Puerto Montt — Chile

Pincheira Sobarzo, Daniel Rodrigo
FUNCAP
Lo Rojas s/n
Fono: 259
Coronel — Chile

Pinto Kunzagk, Alvaro Fernando
Universidad de Concepción
Departamento de Oceanología
Casilla 2407 — Apartado 10
Concepción — Chile

Piriz, Maria Luz
Centro Nacional Patagónico
28 de Julio 28
Fono: (0965)71-691
Puerto Madryn — Argentina

Pizarro Larrondo, Alfonso
Algas Caldera Ltda.
Casilla 2
Fono: 224
Caldera — Chile

Poblete Villablanca, Adriana
Universidad Católica de Chile
Sede Talcahuano
Casilla 127
Fono: 542592-34
Talcahuano — Chile

Prieto Aliaga, Maria Isabel
Universidad Austral de Chile
Casilla 567
Fono: 3757
Valdivia — Chile

Quilodran Toloza, Benita
Universidad Católica de Chile
Sede Talcahuano
Casilla 127
Fono: 542592-35
Talcahuano — Chile

Rademacher Gonzalez, Bruno Alfredo
Universidad de Concepción
Departamento de Oceanología
Casilla 2407 — Apartado 10
Fono: 234985-2502
Concepción — Chile

Railton Pombo, Alan
Colo Colo 219
Fono: 236545
Concepción — Chile

Ramirez Casali, Maria Eliana
Museo Nacional de Historia Natural
Casilla 787
Fono: 90011/24
Santiago — Chile

Ramirez Urrutia, Raul
Cooperalgas
Erasmo Escala 2117
Santiago — Chile

Ramirez Villatoro, Nadin Claudio
Leopoldo Urrutia 2030
Fono: 2239879
Santiago — Chile

Rivera Ramirez, Patricio
Universidad de Concepción
Departamento de Oceanología
Casilla 2407 — Apartado 10
Fono: 234985-2516
Concepción — Chile

Rivera Salazar, Pedro
Universidad Austral de Chile
Casilla 567
Fono: 3911-313
Valdivia — Chile

Rodriguez Villar, Luis
Universidad de Antofagasta
Casilla 1240
Fono: 224290
Antofagasta — Chile

Rodriguez Sanches, Maristela
Fundaçao Universidade do Rio Grande
Rua Fernando Osorio 431
Apartado 201
Fono: 361103
Rio Grande — Brasil

Romo Donoso, Hector
Universidad de Concepción
Departamento de Oceanología
Casilla 2407 — Apartado 10
Fono: 234985-2502
Concepción — Chile

Rojas Zuñiga, Silvia del Carmen
Universidad Católica de Chile
Casilla 114-D
Santiago — Chile

Rusque Alcaino, Juan
Subsecretaría de Pesca
Teatinos 120 Piso 11
Fono: 710951
Santiago — Chile

Saez Roa, Juan
Sindicato Pescadores de Tubul
Caleta Tubul
Arauco — Chile

Salas Alfaro, Waldo Antonio
Universidad de Chile
Uribe 961
Fono: 222386
Antofagasta — Chile

Santos Salas, Claudia Paola
Universidad de Concepción
Tucapel 310 Depto. 3
Fono: 225372
Concepción — Chile

Schlosser Polzenius, Hans Georg
FUNCAP
Lo Rojas s/n — Casilla 140
Fono: 711259
Coronel — Chile

Seguel Lizama, Miriam Ruth
Universidad Católica de Chile
Alameda Bernardo O'Higgins 340
Fono: 2224516-2650
Santiago — Chile

Sepulveda Cid, Andres Patricio
Instituto Profesional de Osorno
Santa Elisa 1179
Fono: 5517
Osorno — Chile

Soriano, Carlos Maria
SORIANO S A
J. Evans 40 Gaiman
Fono: 91033
Chubut — Argentina

Soto Davison, Mario
Tucapel 214
Concepción — Chile

Soto Mamani, Raul Andres
Universidad Arturo Prat
Casilla 121
Fono: 21349
Iquique — Chile

Toro Urbina, Carlos Antonio
Jotabeche 3366
Fono: 234085
Talcahuano — Chile

Ugadim, Yumiko
Departamento de Botánica IBUSP
Cidade Universitaria
Caixa Postal 11461
Fono: 212-9822
Sao Paulo — Brasil

Ugarte Reyes, Raul
Universidad Católica de Chile
Casilla 114-D
Santiago — Chile

Uribe Paredes, Juan Carlos
Instituto de la Patagonia UMAG
Casilla 113-D
Fono: 23039
Punta Arenas — Chile

Urrutia Wright, Jaime Eduardo
Bio-Ingeniería Soc. Ltda.
Madreselvas 3308, Macul
Fono: 2213874
Santiago — Chile

Urzua Gomez, Maria Cecilia
Universidad Austral de Chile
Instituto de Botánica
Casilla 567
Valdivia — Chile

Valencia Caro, Enrique Luis
Universidad del Norte
Casilla 117
Coquimbo — Chile

Valenzuela Gallardo, Jorge
Vicente Padín 733
Fono: 256657
Valparaíso — Chile

Vasquez Castro, Julio Alberto
Universidad del Norte
Casilla 117
Coquimbo — Chile

Vargas Cobeña, Rodrigo Holger
Universidad Nacional F. Villarreal
Francia 726
Fono: 722586-452087
Miraflores — Perú

Venegas Carrillo, Luz Mariela
Universidad del Norte
Casilla 117
Coquimbo — Chile

Moraga, Isabel Vesperinas
Instituto Profesional de Osorno
Casilla 716
Osorno — Chile

Vidal Carrillo, Alejandro
Asociación Gremial Pescadores
Caleta Tubul
Arauco — Chile

Vieira Ferreira, Marcilio
SUDENE
Rua Coronel Djalma Leite 15
Fono: 271-1044
Recife — Brasil

Wenzel, Maria Teresa
Universidad Nacional de La Plata
Depto. Cs. Biológicas - Pab. II Piso 4
Ciudad Universitaria
Buenos Aires — Argentina

Werliger Ibañez, Camilo Leonardo
Universidad de Concepción
Departamento de Oceanología
Casilla 2407 — Apartado 10
Fono: 234985-2502
Concepción — Chile

Westermeier Hitschfeld,
Renato Claudio
Universidad Austral de Chile
Campus Isla Teja
Fono: 3911-487
Valdivia — Chile

Yoneshigue, Yocie
Instituto de Estudos do Mar Alta.
Paulo Moreira
Rua Kioto 253
Arraial do Cabo 28910
Fono: (0246) 22-14444
Rio de Janeiro — Brasil



1. A. Hoffmann; 2. J. Acosta; 3. B. Parra, J.N. Navarro; 4. A. Poblete; 5. M. Donoso, S. Carrillo; 6. A. Bushmann; 7.M. Delucchi; 8. A. Aste; 9. J. Valenzuela; 10. R. Ugarte, J. McLachlan, A. Pizarro; 11. M.A. Malbrán; 12. I Ponce; 13. G. Collantes; 14. C. Melo



15. Y. Ugadim; 16. C. Werlinger, E. de Oliveira, J. Machiavello; 17. L. Rodríguez; 18. P. Koch; 19. J. Rusque. 20 V. Montecino; 21. M.E. Ramirez; 22. B. Santelices; 23. L. Chuecas; 24. M. Edding; 25. A. Candia; 26. P. Rivera; 27. K. Alveal; 28. H. Romo; 29. H. Etcheverry; 30. C. Baldivieso; 31. C. Acleto; 32. C. Câmara Néto; 33. M. Nú ñez; 34. C. Córdova; 35. Y. Yoneshigue; 36. M. L. Mendoza; 37. R. Buzeta

Discurso de Apertura

Primer Congreso Latinoamericano de Ficología Marina y Tercer Symposium sobre Algas Marinas Chilenas

Dr. Ramon Buzeta Bordali
Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo
Oficina Regional para América Latina y El Caribe — Canadá

Señor Rector de la Universidad de Concepción,
Señores Vicerrectores y Directores de esta prestigiosa Casa de Estudios Superiores,
Distinguidos Profesores Extranjeros y Nacionales,
Jóvenes estudiantes,
Señoras y señores:

Es para nosotros un honor dirigirnos a Uds. en este acto de apertura del Primer Congreso de Ficología Marina y Tercer Symposium sobre Algas Marinas Chilenas.

En este aspecto, el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá se asocia a las otras entidades patrocinantes en darles un cordial saludo de bienvenida a este importante encuentro de Ciencias Marinas.

Durante muchos años la explotación del mar se visualizaba como una actividad netamente extractiva, similar a la minería, en la cual los recursos marinos se consideraban para los efectos de explotación como si ellos fueran no renovables.

Esta falta de perspectiva llevó rápidamente en la década del 60 a la explotación industrial masiva con los métodos más modernos de la mayoría de los recursos disponibles, creciendo la captura mundial al plateau de los 70 millones/ton, cifra en la cual se estancó la producción por más de una década a pesar del notable incremento del esfuerzo de pesca durante el período.

El colapso de importantes pesquerías y la ruina económica consiguiente obligó a los países pesqueros a replantearse el esquema de explotación existente. Era evidente que la explotación marina requería de un planteamiento más afín al de la explotación agrícola-ganadera antes que el de la minería.

Países tradicionalmente pesqueros como Japón, Noruega, entre otros, habían ya iniciado un desarrollo planificado de la Maricultura, en el cual el manejo de las zonas costeras se efectuaba en una forma racional desarrollando sistemas tecnológicos para la producción de animales y plantas marinas al igual que los campesinos cultivan la tierra y crían animales de granja.

La Maricultura intensiva se ha propagado rápidamente a medida que nuevas tecnologías son desarrolladas y puestas a disposición de las comunidades costeras particularmente artesanales.

Podemos comprobar con expectación que nos encontramos al borde de una nueva etapa de desarrollo tecnológico, en la cual la explotación del mar se desarrollará sobre bases similares a la agricultura con rotación de cultivos, policultura, uso de fertilizantes, mejoramiento y selección genética de especies y el uso creativo de los avances tecnológicos que nos ofrecerá el comienzo del siglo XXI (que está apenas a 13 años plazo) para la explotación racional de las aguas y el subsuelo marino.

Las plantas son, tanto en la tierra como en el mar, la base de toda la cadena alimenticia al permitir la transformación de elementos químicos en orgánicos a través del uso de la energía solar. En el área de la Maricultura, el cultivo de microalgas es esencial para la alimentación de larvas y el desarrollo de especies forrajeras. La mayor parte de las especies utilizadas en la agricultura de agua dulce son herbívoras o filtradoras. Esto implica que el desarrollo de la acuacultura intensiva pasa por el desarrollo de la alguicultura, de la misma manera que el desarrollo de la ganadería requiere del cultivo y desarrollo de variedades apropiadas de pastos.

El desarrollo de la industria alimenticia, farmacéutica y textil está utilizando cada vez más los alginatos producidos por las algas agarófitas.

El manejo apropiado y el desarrollo de sistemas de cultivo para las praderas de algas gracilarias es cada vez más urgente si es que deseamos el establecimiento de modelos de explotación estables de estas especies.

Es por ello que la importancia e inmediatez de los estudios algológicos y la oportunidad de este evento no pueden ser enfatizados suficientemente.

Hay un factor fundamental que no debiera ser descuidado en las discusiones que tendrán lugar en los próximos días y es la inadecuacidad de los recursos financieros disponibles para la investigación científica versus las enormes necesidades que el desafío actual nos impone.

Es por ello que se resalta la importancia de la coordinación de los esfuerzos de investigación entre grupos afines, la determinación de prioridades, la elaboración de planes de investigación y desarrollo adecuados a las necesidades reales y que hagan un uso apropiado de la capacidad humana y material existente. Nada sería más frustrante que la falta de coordinación, que la duplicación de esfuerzos y que el desperdicio de recursos en un momento en que ellos no abundan y son obviamente insuficientes.

En esto le cabe a este panel una responsabilidad ineludible en la planificación de lo que debe ser la investigación algológica en el continente y en el desarrollo de mecanismos de coordinación que permitan una optimización de los esfuerzos de todos y de cada uno de ustedes.

Hacemos votos porque ese alto espíritu impere en las deliberaciones del Congreso y en las recomendaciones que emerjan de los estudios presentados.

Con este mismo espíritu nos permitimos desearles todo el éxito en el curso de esta reunión y una fructífera labor en los próximos días.

Muchas gracias.

Discurso del Coordinador General del I Congreso Latinoamericano de Ficología Marina y III Symposium de Algas Marinas Chilenas

PROF. KRISLER ALVEAL V.
Lab. Algas Marinas
Departamento Oceanología
Universidad de Concepción

PALABRAS DE BIENVENIDA

Estimados profesores, colegas y amigos extranjeros y nacionales, jóvenes estudiantes, señoras y señores:

La Comisión Organizadora desea agradecer la presencia y respaldo que todos ustedes han dado a esta reunión científica.

Deseamos darles una calurosa bienvenida y decirles que no sólo nos ha movido el deseo de conocer de ustedes acabados y finos resultados científicos y técnicos, sino también, y de manera igualmente importante, conocer vuestra dimensión humana, conocer sus experiencias, sus dudas y aprehensiones, sus éxitos y errores. Errores no intencionales y dudas que son también componentes importantes del sistema, ya que permiten corregir y ajustar, permiten acercarse poco a poco a la verdad, permiten, finalmente avanzar en forma segura en procura de las metas trazadas.

Lamentamos que muchos colegas no hayan podido asistir a este evento, pero indudablemente están aquí, con nosotros, en las numerosas coautorías, en la anónima colaboración en terreno o en laboratorio, en las sugerencias oportunas, justas y desinteresadas, en los análisis de datos o en las palabras de estímulo en el momento apropiado.

Están aquí también presentes nuestros maestros cuyas enseñanzas se proyectan a través del tiempo y del espacio. Nombres como Joly, Etcheverry, Díaz-Piferrer, Ferrando, Carmen Pujals, Eugenia Navas, Balech, Oscar Kühnemann, Almodovar y tantas destacadas personalidades cuya labor y ejemplo nos han estimulado permanentemente a proseguir la senda y que ahora junto a nosotros les dicen... Amigos, gracias por su presencia, entusiasmo y esfuerzo. Bienvenidos a este Congreso.

PALABRAS DE DESPEDIDA

Amigas y amigos:

Hemos navegado juntos durante 5 días y con duro oleaje, corriendo tras "Navículas" y "Dunaliellas" que se han ocultado, a veces, en bosques de "Gracilarias", "Rhodomelas" y "Nothogenias".

Los esquivos Caulacanthus, Petroglossum y Conchocelis *nos entregaron, bajo el resplandor de una luna hermosa y deslumbrante como un* Ethmodiscus, *sus secretos milenarios y exóticos y hasta el despreciado y triste "Vinhoto", que formara parte de un organismo lleno de dulzura, hizo su estreno, contactándose con sus antiguos parientes de regiones saladas y lejanas.*

Rojos y hermosos Chondrus *vinieron a contarnos de su casa y de su vida. Varios habitantes costeros nos contaron de su dieta vegetariana y el porqué de su figura alta, esbelta y laciniada.*

Crecimientos en estanques y piscinas, efecto de abonos y acción de ondas fóticas extrañas, serán focos que guiarán muchas sendas y caminos de futuras pesquisas.

Agradecemos vuestra presencia y compañía, vuestra generosa respuesta, porque si bien es cierto, nosotros logramos reuniros, fueron ustedes quienes hicieron el Congreso con sus trabajos, con sus sacrificios, con sus experiencias.

Colegas de Canadá, de Colombia, de Puerto Rico, de Uruguay, de Brasil, de Perú y Argentina, amigos chilenos que siempre vienen y también a los nuevos, a los pescadores, a profesores, a los jóvenes, a todos quienes nos ayudaron noblemente, industriales y universitarios. Doy gracias por haber tenido la ayuda de Héctor, Camilo, Andrea, Mario, Miguel y Jorge. Claudia, Mariela, Marcia, Silvia, José y Santos, a los señores que tuvieron a cargo el equipo de audio, proyecciones y personal de salas.

Todos ellos, quien les habla y nuestra Universidad, les decimos adiós, y en nuestra despedida agitamos sentimientos y pañuelos, les entregamos el copihue, nuestra flor nacional y un arcoiris encendido, y de los ojos de todos vuestros amigos, para cuando el tiempo reseque vuestros recuerdos, un sinfín de gotas de rocío.

Adiós... y muchas gracias a todos.



I CONFERENCIAS

Gayana, Bot. 45 (1-4):29-54, 1988 ISSN 0016-5301

BIOLOGICAL CONSIDERATIONS OF *CHONDRUS CRISPUS* STACKHOUSE (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE) IN THE SOUTHERN GULF OF ST. LAWRENCE, CANADA*

CONSIDERACIONES BIOLOGICAS SOBRE CHONDRUS CRISPUS *STACKHOUSE (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE) EN LA ZONA SUR DEL GOLFO DE SAN LORENZO, CANADA**

J.L. McLachlan**
Nancy I. Lewis**
María L. Lazo***

RESUMEN

Chondrus crispus es una especie de Gigartinaceae con alternancia isomórfica de generaciones gametofíticas y esporofíticas. Cada generación elabora un tipo diferente de carragenano, lo que permite su identificación en estado vegetativo por medio de un test colorimétrico simple, la reacción acetal resorcinol. Este test hizo posible determinar la distribución de las fases del ciclo biológico en poblaciones del infralitoral de la isla del Príncipe Eduardo, al sur del Golfo de San Lorenzo, Canadá.

Los discos derivados de las carpósporas y tetrásporas exhibieron curvas de crecimiento similares en cultivo y fueron significativamente afectados por la temperatura y la irradiación. La planta madura consiste de un disco de fijación y numerosas frondas en varios estados de desarrollo ontogenético. Las plantas gametofíticas y esporofíticas muestran una estructura similar. En las plantas cistocárpicas y tetraspóricas generalmente solo una o dos frondas exhibieron madurez reproductiva. La baja frecuencia de plantas masculinas en la población, por causas aún desconocidas, permanece como un fenómeno anómalo.

No se encontraron diferencias en la población de frondas con respecto a las frecuencias y biomasas de gametofitos y esporofitos. Las distribuciones verticales y horizontales de los gametofitos y esporofitos fueron similares. La distribución de los tamaños de las frondas y de las plantas fue altamente asimétrica debido a la presencia de numerosas frondas pequeñas y pocas grandes. El diez por ciento de las frondas contribuyó con un 60% de la biomasa total, lo cual se determinó por medio del coeficiente de Gini y de las curvas de Lorenzo. Las distribuciones de tamaños de los gametofitos y esporofitos fueron similares. Se postula que las dos generaciones son entidades similares y que, de acuerdo con la teoría de competición-exclusión, en condiciones relativamente estables y de espacio limitado, una de las generaciones debería predominar en la población, si bien no es posible predecir cuál. Aun cuando existen indicaciones que en algunas poblaciones de *C. crispus* la generación gametofítica es la fase predominante, esto no ocurre en poblaciones submareales de la isla del Príncipe Eduardo debido a que el impacto de los factores ambientales físicos crea constantemente espacio, el que es recolonizado igualmente por carpósporas y tetrásporas. Se sugiere que las dos fases del ciclo biológico pueden coexistir, aun siendo entidades independientes con requerimientos similares.

*issued as NCRR N° 00000
**National Research Council, 1411 Oxford St. Halifax, NS. Canada B3H 3Z1
***Biological Department, Dalhousie University Halifax, NS, Canada B3H 4J1.

ABSTRACT

Chondrus crispus, a species of the Gigartinaceae, has isomorphic gametophytic and sporophytic generations. The life-history generations each elaborates a different type of carrageenan and can be separated in the vegetative state by a simple colorimetric test, the acetal-resorcinol reaction. This test made it possible to study the distribution of life-history phases within the subtidal population of Prince Edward Island, in the southern Gulf of St. Lawrence, Canada.

Sporelings from carpospores and tetraspores developed similarly in culture and were strongly influenced by both temperature and light. The mature plant consists of a disc-like holdfast and numerous fronds, both immature and mature, in varying stages of ontogenetic development. Gametophytic and sporophytic plants are similar in structure. In cystocarpic and tetrasporic plants, usually only one or two of the mature fronds were reproductive, and most commonly these were the largest fronds for both cystocarpic and tetrasporic plants. The rare occurrence of fertile male plants and fronds in the population remains anomalous.

The population of fronds was composed of approximately equivalent frequencies and biomass of gametophytes and sporophytes. Within the population, there was no consistent segregation or patterns of distributions of the life-history phases, either horizontally or vertically. The size distribution of both fronds and plants was highly skewed, with many small individuals and few large ones. Ten per cent of the fronds contributed 60% of the biomass which is described by the Gini Coefficient and Lorenz Curve. Size distributions were similar for gametophytes and sporophytes.

We have postulated that the two life-history generations are similar entities. If the competitive-exclusion theory is applicable to isomorphic life-history phases, then under relatively stable environmental conditions and limitation of space, one of the generations should come to predominate in the population, but which generation cannot be predicted. There is evidence that gametophytic predominance may be characteristic of some populations of *Chondrus crispus*. However, in sublittoral Prince Edward Island predominance by one of the life-history phases does not occur attributable to disturbance through turbulence in an area where the substratum is soft and friable and space, as a resource, continually becomes equally available to gametophytes and sporophytes for colonization. For this reason it is asumed that the two life-history phases co-exist in equivalent proportions, although with local variations, even though they are independent generations with presumably similar requirements and means of obtaining resources.

KEYWORDS: *Chondrus crispus*, gametophyte sporophyta, frecuency distribution, biomass distribution, size structure.

INTRODUCTION

The Gigartinales, a large order of red algae (Rhodophyta), contains many seaweeds of commercial and industrial importance (McLachlan, 1985). These include species in the genera *Gigartina, Iridaea* and *Chondrus* that, together with *Rhodoglossum*, constitute the family Gigartinaceae. In this family (Kim, 1976), the plant consists of a prostrate, disc-like holdfast from which arise a number of erect fronds (Fig. 1). Individual fronds are relatively short-lived (*e.g.* Bhattacharya, 1985; May, 1987), whereas perennation occurs through the holdfast which may persist for many years (Taylor & Chen, 1973; Taylor *et al.* 1981). The frond, detached from the basal disc, is unable to form a holdfast and reattach, whereas cells of the holdfast can regenerate the basal disc (Prince and Kingsbury, 1973a), with subsequent development of an entire plant.

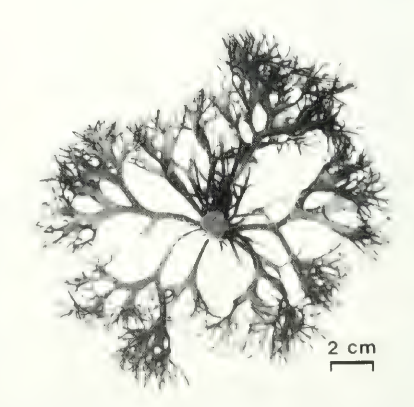


Fig. 1. Plant (genet) of *Chondrus crispus* with holdfast, as removed from sandstone substratum, and numerous fronds in various onto-genetic stages.

Species of the Gigartinaceae are isomorphic, in that the sporophytic and gametophytic generations are visually indistinguishable in the vegetative state, presumably applicable to both fronds (ramets) and plants (genets). A *Polysiphonia*-type life history is indicated for this family based on evidence *in vitro* and from the occurrence of both fertile sporophytic and gametophytic plants in most populations (*e.g.* Chen and MacLachlan, 1972; Kim, 1976; Guiry et al., 1984). Carpospores give rise to the sporophytic generation and tetraspores to dioecious gametophytes, and the two generations usually occur mixed within a population. Information on gametophytic-sporophytic structures of populations, although meagre, has been reported for a number of sites (Craigie and Pringle, 1978; Dyck et al., 1985; Bhattacharya, 1985; May, 1987). It has been implicit that, for isomorphic species, the expected gametophytic: sporophytic ratio should be around unity (e.g. Edwards, 1973; Dawes et al., 1974; Hoyle, 1978), although there have been no satisfactory theoretical explanitions or models developed to accommodate various ratios observed in populations.

Species of the Gigartinaceae are carrageenophytes which is the basis of their utilization. Carrageenan is a generic term for several types of cell-wall polysaccharides. Two of these, the kappa-type which is a gelling carrageenan and the lambda-type, a non-gelling, viscous hydrocolloid, occur in all species of the Gigartinaceae where, significantly, these two polysaccharides are separated in the life-history phases (Chen et. al., 1973) McCandless et al., 1973; MacCandless, 1981). Lambda carrageenan is characteristic of the sporophytic generation, and species of the Gigartinaceae are the only known commercial source of this phycocolloid. Kappa carrageenan is present in the gametophytic generation and is obtained commercially from a number of red algae, apart from species of the Gigartinaceae (McLachlan, 1985). As populations of gigartinacean species generally consist of both gametophytes and sporophytes, these resources yield a mixture of the two carrageenans and have been characterized by their kappa/lambda ratios (Black et at., 1965; Ffrench, 1971).

The occurrence of separate carrageenan types in the life-history phases provides a practical means, the acetal-resorcinol test developed by Yaphe and Arsenault (1965), for distinguishing gametophytes and sporophytes in the vegetative state (Craigie and Leigh, 1978). The procedure is rapid and large numbers of samples can be quickly processed (*e.g.* Craigie and Pringle, 1978; Dyck *et al.,* 1985; May, 1986), so that it is possible and practical to assess the gametophytic: sporophytic composition of populations (Lazo, 1987). This procedure is particularly valuable where the percentage of reproductive elements within the population at any one time is low, as in the Gigartinaceae (*e.g.* Prince and Kingsbury, 1973; Mathieson, 1982; Hannach & Santelices, 1985).

In our own work, we have investigated *Chondrus crispus* Stackh., commonly referred to as Irish moss. This is the only species of *Chondrus* in the Atlantic Ocean, where it occurs along the North American and European coasts (Taylor and Chen, 1973; Guiry, 1981; South and Tittley, 1986). *Chondrus crispus* is most abundant in the mid-portion of its latitudinal range (Prince and Kingsbury, 1973a) and has been harvested commercially from both the western and eastern Atlantic shores (Stoloff, 1949; Ffench, 1971; Guiry, 1979).

The usage of *C. crispus* extends into antiquity (Stoloff, 1949), but after World-War II there was a dramatic increase in demands for carrageenan and commercial harvest of this species intensified (Moss, 1978). Until about 15 years ago, most of the world's carrageenan was obtained from *C. crispus*, and a major portion of these resources came from Maritime Canada (Guiry, 1979). Although other seaweeds now dominate the carrageenan industry, with Irish moss having become a minor component, the utilization of *C. crispus* has not declined, and this species remains the most valuable seaweed resource in Canada (McLachlan, 1985). The largest portion of *C. cripus* resources is obtained round the coast of Prince Edward Island, in the southern Gulf of St. Lawrence (Fig. 2).

In the present instance, we summarize some of our recent studies on *Chondrus crispus*, focussing on populations off the coast of Prince Edward Island. We are principally concerned with development and structure of the plant of *C. crispus* and the gametophytic and sporophytic composition of the population. In previous studies, where gametophytic: sporophytic ratios

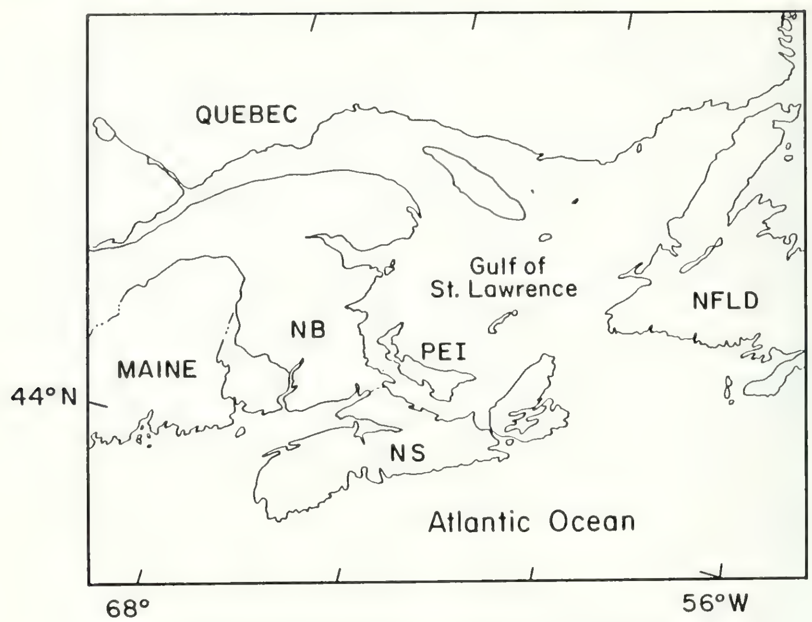


Fig. 2. Atlantic Canada, including the Gulf of St. Lawrence, Prince Edward Island and Nova Scotia.

have departed markedly from unity, it has been implied that one of the generations is better adapted in some aspect to prevailing conditions (*e.g.* Craigie and Pringle, 1978; Mathieson and Burns, 1975; Hannach and Santelices, 1985). We ourselves have, on the other hand, adopted the hypothesis that life-history generations of isomorphic species of red algae are physiologically, and therefore ecologically, similar. If this assumption is correct, the competitive exclusion principle (Silvertown, 1982) would predict that under relatively stable environmental conditions, where at least one resource is limiting, one of the life-history generations should come to predominate although which generation cannot be predicted. This hypothesis is the antithesis that implying the two generations of isomorphic species in red algae should be expected in equivalent proportions (Edwards, 1973; Dawes *et al.,* 1974; Hoyle, 1978). We have studied the sublittoral population of *Chondrus crispus* off the coast of Prince Edward Island, considering the structure of the plant and the distribution of gametophytic and sporophytic plants and fronds, to determine if the observational data are consistent with our hypothesis in a situation where space is not limiting.

GULF OF ST. LAWRENCE

The Gulf of St. Lawrence (Fig. 2) is a large, semi-enclosed sea receiving substantial freshwater discharge (Dickie and Trites, 1983). Along the coast of Prince Edward Island (Fig. 3), salinities are somewhat less (27-29%) than in open Atlantic waters, but fluctuations are minor. Annual variations in sea temperature range from less than 0'C in winter to about 20°C for surface waters in summer. The seasonally warm temperatures, relatively high nutrient levels from upwelling, good penetration of light and low sediment load in the water are favorable conditions for primary production. Although the season of productivity is short, beginning in early May and ending by late October (Dickie and

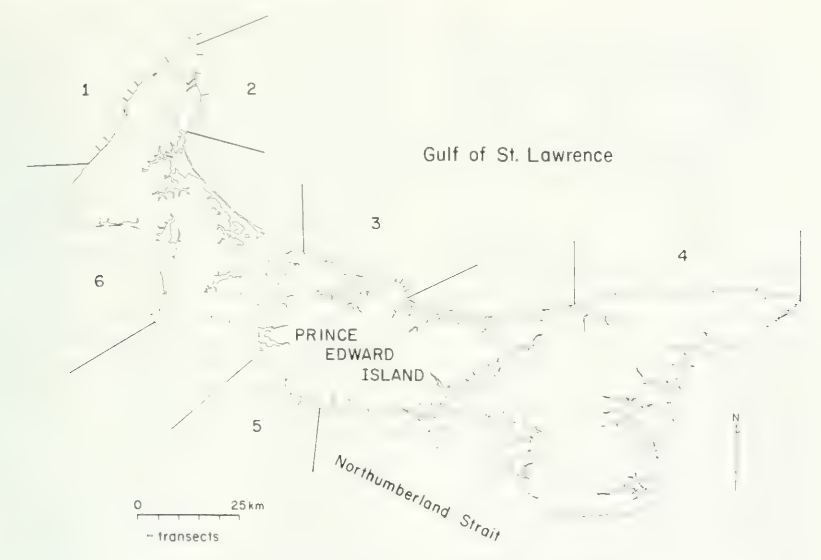


Fig. 3. Prince Edward Island, indicating the six areas studied.

Trites, 1983), the seaweed community for sublittoral Prince Edward Island has been productive, sustaining an active commercial harvest for a number of decades.

Because of low sea temperatures for an extended period of the year, ice is a common feature during winter and, in the southern Gulf begins to form by late December and usually remains until early May (Loring and Nota, 1973). The ice may freeze to the shore, but pack ice is also present, moving with the wind and currents, resulting in extensive erosion of the substratum. The bedrock of Prince Edward Island is undeformed Permo-Carboniferous, essentially flat-lying, reddish-brown, poorly consolidated sandstone (Loring and Nota, 1973). This substratum is extemely friable, easily eroded by both ice and turbulence.

The southern Gulf of St. Lawrence is a unique habitat where physical conditions have a major effect on benthic seaweed communities, probably greater than elsewhere in Maritime Canada. Owing to extensive annual erosion of the substratum by ice, together with the friable texture of the sandstone, there are no permanent intertidal or upper subtidal communities of seaweeds along the coast of Prince Edward Island. The major seaweed beds occur within a limited depth zone, from about -2 to -10 m, but because of the gentle declivity of the substratum, the area occupied by these beds is extensive (*cf.* McLachlan *et al.*, 1987). Even thus, the general plant cover rarely approaches 100%, more commonly 50% or less (Holmsgaard *et al.*, 1981; unpubl. data).

As a result of the unique physical features, the seaweed flora around Prince Edward Island is characterized by four or five major species and none of these attains a large size (Bird *et al.*, 1983; McLachlan *et al.*, 1987). Elsewhere, some of these species, *viz. Chondrus crispus, Fucus serratus L.* and *F. vesiculosus L.*, are usually dominant elements of the intertidal and upper subtidal communities rather than the subtidal region.

Turbulence, acting on the relatively unstable substratum undoubtedly has a major effect on the structure of subtidal communities. We regard disturbance owing to turbulence in the southern Gulf of St. Lawrence as intermediate (*sensu* Sousa, 1984; 1985), affecting the population as a whole, with extensive

variations. Such disturbance is continual but certainly with large seasonal variations. In most regions, winter storms are responsible for extensive disturbance of benthic communities (Sousa, 1985). Significantly, turbulence during winter is probably minimal in the Gulf of St. Lawrence because of protection afforded by the general cover of ice.

Because of turbulence and the friable substratum, there is a large turnover in components of the benthic community, with stormtossed seaweeds deposited on the shores. *Chondrus crispus* includes much of this material and is actively harvested. In addition to abundant fronds and plant fragments, intact plants or clumps, including usually a thin layer of substratum attached to the basal holdfast, are frequent in the cast (Fig. 1). Such erosion of the substratum, resulting in biologically sterile areas, is an uncommon phenomenon (Sousa, 1985) and limits regeneration from existing plant tissue. In addition, Irish moss in this area is also harvested by drag raking which removes fronds and plants in a manner apparently analogous to that of turbulence.

SPORES AND DEVELOPMENT OF SPORELINGS

In relatively stable populations of *Chondrus crispus*, vegetative propagation by expansion of the basal disc might be expected as the major mode of maintenance (Lubchenco, 1980; Taylor *et al.*, 1981). Reproduction by spores becomes more important where there is increasing disturbance and is particularly critical when biologically "sterile" surfaces (*sensu* Sousa, 1985) become available for colonization. Fronds of *Chondrus crispus* with reproductive structures are commonly present the year-round. Maximal incidences of cystocarpic or tetrasporic fronds occur at various periods throughout the year (*e.g.* Chen and McLachlan, 1972; Prince and Kingsbury, 1973b; Mathieson and Burns, 1975; Pybus, 1977; Mathieson, 1982), with no consistent pattern having emerged. The percentage of reproductive fronds in a population, moreover, has been notably low, which also applies to populations in western Prince Edward Island (Lazo, 1987), but relatively little is known about absolute quantities and peaks of cystocarpic and tetrasporic reproduction. We are ignorant of fertility control in *C. crispus* which is possibly not regulated strictly by environmental factors (Chen and McLachlan, 1972), such as temperature and light, although relationships may not be readily apparent. Density of fronds or plants is likely a critical factor, as suggested by our observations (below) and those for species of *Mastocarpus* (Guiry and West, 1983). Control of reproduction in *C. crispus*, which is a complex phenomenon involving separate steps, certainly requires further study.

Carpospores and tetraspores of *Chondrus crispus* are similar in shape and diameter (Chen and McLachlan, 1972). Both phases were collected at various times and diameters of spores of each generation determined ($n = 300$). The mean diameter (Fig. 4) of carpospores (24.6 ± 1.8 µm) exceeded that of tetraspores (20.9 ± 1.4 µm), the difference being highly significant ($p = 0.0001$). Boney (1975), though, noted that tetraspores, obtained from British plants, had an average diameter of about 25 µm, but presented no information on the size of carpospores. Prince and Kingsbury (1973a) previously reported that, for a New England population, tetraspores were several micrometers smaller than carpospores, and for many-species of red algae, carpospores have been found to be significantly larger in diameter than tetraspores (Ngan and Price, 1979). It is assumed that, in general, carpospores and tetraspores have different ploidy levels (Ngan and Price, 1979), and the ploidy level of gametophytic and sporophytic generations of *C. crispus* was established previously, by chromosome counts, with the results as expected (Hanic, 1973). Although, the importance of the initial size difference between spores of the two generations is not readily apparent, Ramus (1969) remarked that cytoplasmic volume is related to ploidy level. Similarly, Goff and Coleman (1987) suggested that the theoretical volume of a cell should be directly related to its DNA concentration. Consistent with this contention, diploid carpospores from our plants of *C. crispus* had nearly twice the cellular volume as the haploid tetraspores, and Ngan and Price (1979) computed the volumes of carpospores and tetraspores of numerous species and found that the ratio commonly fell between 1.4 and 2.0.

Fronds judged to be vegetative formed tetrasporangia readily when incubated in culture

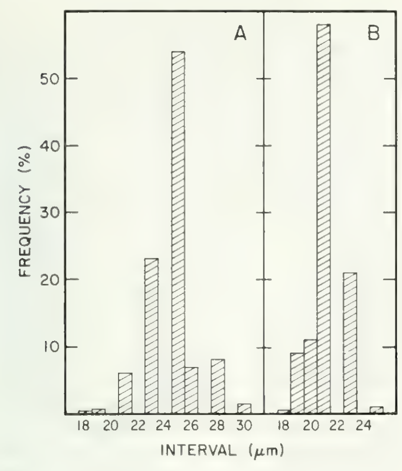


Fig. 4. Frequency of spore sizes (diameter): (A) carpospores, $\overline{X}$ = 24.6 ± 1.8 μm,(B) Tetraspores, $\overline{X}$ = 20.9 ± 1.4 μm.

at temperatures from 5 to 24°C. In this experiment, the maximum temperature exceeded that reported previously by Chen and McLachlan (1972) for plants from the Atlantic coast of Nova Scotia and, moreover, inhibition of sporangial formation by summer temperatures of the Gulf of St. Lawrence would not be anticipated. Tetrasporangia did not form at 0°C where a small but measurable amount of growth occurred, and tetrasporangia in field populations undoubtedly cannot develop for several months during winter. We have noted both tetrasporangial and cystocarpic fronds during winter on the Atlantic and Fundy coasts of Nova Scotia (Edelstein and McLachlan, 1966; Edelstein *et al.*, 1970). Bhattacharya (1985) has reported on spore release, but not viability, throughout the year from both cystocarps and tetrasporangia in a Nova Scotian population. We also have obtained spore release throughout the year, but the viability of spores from material collected during winter has been very low and unpredictable, even when incubated at elevated temperatures. For this reason, spores from winter collections have been unusable for experimental purposes.

Criteria for assessment of viable sporangia and spores have been recommended by Prince and Kingsbury (1973) and should be heeded. Even with an abundant release of spores, viability, regardless of life-history phase, has generally been less than 50%. This may reflect the degree of spore maturation in the sporangium, with simultaneous discharge of both mature and immature spores. Spores may be released over an indeterminate period, rather than by an immediate and complete discharge, but we have no information on their viability with time.

Under laboratory conditions, low temperatures adversely affected germination of both carpo- and tetraspores. At 0°C, spores were released but failed to germinate and became moribund. Thus, in the southern Gulf of St. Lawrence, where the population is subtidal and the water temperature around 0°C for 4 to 5 months of the year, spores released during winter are not expected to survice. If germination occurred at a higher temperature, even to only 2 or 3 cell divisions, sporelings transferred to 0°C survived prolonged periods, although with little or no growth. Similar results for survival of sporelings at low temperatures have been reported for other algae (Bird and McLachlan, 1974; Novaczek, *et al.*, 1987). As germination markedly increases viability, small sporelings originating from spores shed in late autumn are presumably capable of surviving winter conditions and resuming growth early in the spring, even perhaps before a new crop of viable spores becomes available.

In a preliminary experiment, spores germinated and sporelings remained viable at 5°C, although growth was extremely slow over the experimental period of 6 weeks (Fig. 5). There was considerable growth of sporelings at 24°C, but this is not an ecological temperature in the subtidal zone of Prince Edward Island. Growth of sporelings was appreciable between 10 and 20°C, a temperature range prevailing from early summer to early autumn in the southern Gulf of St. Lawrence (Dickie and Trites, 1983; Bird *et al.*, 1983), and this is likely when most growth occurs in field populations as, for example, noted in a New Hampshire population (Mathieson and Burns, 1975). These results are confirmed by photosynthetic experiments (Lloyd *et al.*, 1981; J. A. Juanes, unpubl.) and large-scale growth experiments (Bidwell *et al.*, 1985; McLachlan *et al.*, 1986; J.A. Juanes, unpubl.), wherein temperatures less

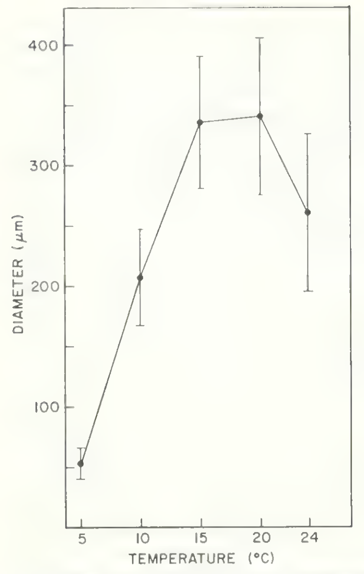


Fig. 5. Effect of temperature on growth of the basal disc (diameter). Inoculum: tetraspores; incubation period: 34 d; photon fluence rate: 50-60 µmol cm^{-2} s^{-1}.

than 10°C severely retarded both photosynthesis and growth. Previously, Prince and Kingsbury (1973b) and Burns and Mathieson (1972) reported that maximum growth of *C. crispus* sporelings occurred between 10 and 20°C, which is in general agreement with our results. Bird *et al.* (1979) also observed maximum growth within this temperature range for apical segments and McLachlan *et al.* (1986) for fronds of this alga. Fronds of *C. crispus* tolerated temperatures between 0 and 28°C, falling within the "coldtemperate group" (Lüning, 1984).

Spores of *Chondrus crispus* were released from fertile fronds and incubated in an enriched seawater medium (McLachlan, 1982), using techniques previously described (Chen and McLachlan, 1972). The development of the basal holdfast from carpo— and tetraspores is essentially the same (Chen and McLachlan, 1972). First, there is formation of a disc, subsequently becoming polystromatic in the central portion, from which arises the initial erect frond. The disc continues radial growth, by a marginal meristem, and gives rise to additional fronds. Growth was assessed at temperatures of 10, 15 and 20°C and three photon fluence rates,

TABLE I.— ANOVA: Source of variation affecting sizes of sporelings after 4 and 5 wk incubation.

Source	d f	4 wk F	5 wk F
Temp.	2	270.199 ($p \leq 0.05$)	119.455 ($p \leq 0.05$)
Light	2	178.346 ($p \leq 0.05$)	71.806 ($p \leq 0.05$)
Phase	1	55.789 ($p \leq 0.05$)	12.857 ($p \leq 0.05$)
Phase x Light	2	1.922 ($p \geq 0.05$)	0.392 ($p \geq 0.05$)
Phase x Temp	2	1.782 ($p \geq 0.05$)	0.518 ($p \geq 0.05$)
Light x Temp	4	21.832 ($p \leq 0.05$)	7.135 ($p \geq 0.05$)

20, 60 and 90 µmol $m^{-2}s^{-1}$, using both carpo- and tetraspores. Because of limitation of growth chambers, temperature could not be replicated, although plants were replicated. Nevertheless, these results were reproducible in separate experiments. In order to increase the precision of irradiance measurements, the cultures were incubated in colonnaded light. Incubation was continued for 5 weeks and sporeling diameters were recorded weekly and, where applicable, initiation of erect fronds was scored. These data were, because of unequal variances, square-root transformed (Table I).

During the first week there was a lag in development of the sporelings, as similarly noted by Prince and Kingsbury (1973c). Over the next three weeks a rapid increase in the diameter of the discs occurred (Fig. 6) until erect fronds were

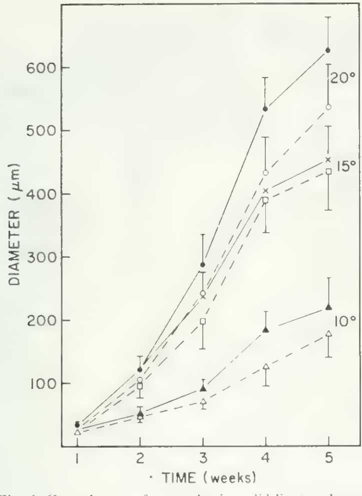


Fig. 6. Growth rate of sporophytic (solid line) and gametophytic (broken line) sporlings (basal discs) at 10°, 15° and 20 °C; 90 μmol cm^{-2} s^{-1}

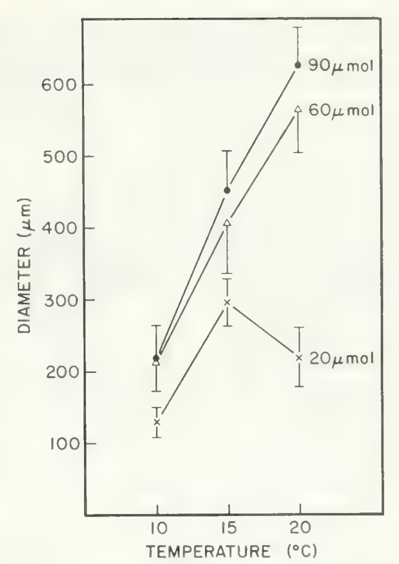


Fig. 7. Effect of temperature on growth of basal discs (sporophyte) at three photon fluence densities using collonnaded light; incubation period = 5 wk

initiated (*cf.* Table II) when the rate of increase in diameter declined (*cf.* Prince and Kingsbury 1973c). Growth of gametophytic and sporophytic sporelings followed a similar pattern for each temperature, and the diameter of the disc was correlated with temperature. The rate of expansion was maximum at 20, somewhat less at 15 and considerably less at 10°C. At the two highest photon fluence rates there was little difference in growth (Fig. 7), which at these levels was directly related to increasing temperature. Significantly less growth occurred at 10°C, and at the lowest photon fluence rate there was appreciably less growth at 20 than at 15°C. This indicates a strong interaction between temperature and irradiance, and at the higher temperature considerable amounts of photosynthate may have been used for maintenance rather than growth. This may also be the reason for lesser growth at 24°C (Fig. 5) than at 15 and 20°C; interactions between temperature and light affected gametophytic and sporophytic sporelings similarly. As temperatures of Prince Edward Island waters approach 20°C during summer, the inter-action between temperature and light could be important in the development of sporelings and growth of mature plants where there is less light available, particularly in deeper waters for sublittoral Prince Edward Island.

Most of the variance in this experiment can be attributable to temperature (Table I), although irradiance also had a significant effect on development of sporelings. Variability related to life-history phase was significant, but declined with increased age of sporelings. Interactions between life-history phases and temperature or light were not significant sources of variation, whereas interactions between light and temperature significantly affected growth of the basal disc. Sporelings of both phases responded to light and temperature in a similar manner, but in all instances sporophytic sporelings, that is those derived from carpospores which were initially larger than the tetraspores, increased in diameter more rapidly than gametophytic sporelings (Fig. 6).

Uprights were initiated from the basal disc following 3 weeks of incubation at 15 and 20°C and photon fluence rates of 60 and 90 μmol m^{-2} s^{-1}, and after 5 wk at 10 or 15°C and the lowest photon fluence rate (Table II). Only a small percentage of the discs bore more than a single upright at termination of the experiment, and

TABLE II.— Formation of uprights from the basal discs of gametophytic (G) and sporophytic (S) sporelings as related to photon fluence densities (µmol $m^{-2}s^{-1}$), temperature (°C), time (wk) and diameter (m); I = initials.

				3 wk		4 wk		5 wk
temp	fluence	generation	%	(µm)	%	(µm)	%	(µm)
20	90	G	I	(243)	63	(433)	75	(535)
		S	I	(288)	57	(534)	53	(626)
	60	G	-	(262)	-	(334)	26	(407)
		S	I	(268)	40	(473)	59	(565)
	30	G	-	(82)	-	(151)	-	(209)
		S	-	(101)	-	(183)	-	(219)
15	90	G	I	(198)	59	(389)	84	(437)
		S	I	(237)	53	(405)	58	(453)
	60	G	I	(144)	24	(303)	43	(387)
		S	I	(165)	24	(360)	56	(405)
	30	G	-	(94)	-	(180)	2	(231)
		S	-	(116)	-	(227)	10	(295)
10	90	G	-	(72)	-	(126)	8	(176)
		S	-	(92)	-	(185)	14	(219)
	60	G	-	(71)	-	(118)	1	(158)
		S	-	(90)	-	(183)	3	(213)
	30	G	-	(55)	-	(91)	-	(104)
		S	-	(63)	-	(117)	I	(129)

there was no clear relationship between size of the disc and the initiation of upright. The relationship between initiation of upright and phase was also variable, with no clear pattern emerging. Prince and Kingsbury (1973b) suggested that a minimum area was necessary before uprights could be initiated, and in our experiments uprights were not formed on discs smaller than what they considered minimal. Age of sporeling may also have been a contributing factor as initiation of uprights occurred on discs of varying sizes, depending upon the incubation conditions at about the same time (Table II). No consistent patter became apparent between percentage of uprights and life-history phase.

PLANTS

The plant of *Chondrus crispus* consisting of the basal disc and numerous, coarsely-branched erect fronds, is a "heteromorphic" structure (Fig. 1). While the disc is long lived (Taylor *et al.*, 1981), individual fronds are transitory (Lubchenco, 1980) although the crustose and foliose components can exist independently. The structure of the plant confers ecological strategies applicable to both crustose and coarse-branched morphologies (*cf.* Littler and Littler, 1980; Lubchenco, 1980). As plants of *Chondrus crispus* develop, additional fronds are sequentially initiated by the basal disc so that there is an age-structure relationship among fronds. Some fronds may develop more rapidly than others, possibly because of density interactions (*cf.* Harper, 1977). Age and size of fronds are, therefore, not necessarily related directly and size can not be used as an index of age. Fronds are also lost from the disc (Bhattacharya, 1985) so that the plant (genet) is dynamic, composed of numerous fronds (ramets) in varying stages of ontogenetic development (Fig. 8) and age.



Fig. 8. Fronds (ramets) of an individual plant; those with two or more dichotomies are considered mature; the largest frond is fertile (tetrasporic)

It was possible to collect large numbers of intact plants of *Chondrus crispus* as these were easily removed from the soft, friable substratum. Individual plants separated readily, although we appreciate that there may be coalescence of holdfasts, as has been shown in culture of this species (Tveter and Mathieson, 1976; 1980). We are unable to assess the frequency of this phenomenon under field conditions, but if coalescence occurs, it seems to be infrequent between the two life-history generations, based on analysis of a large number of plants (Table III) using the resorcinol test. Moreover, the interactions that we describe are, we believe, the result of physical rather than physiological relationships so it may be unnecessary to distinguish between plants and intimate clumps.

Plants or "clumps" of *Chondrus crispus* for analysis were obtained by haphazard collections from Areas 1, 2 and 3 of Prince Edward Island (Fig. 3). This included material from quadrats (Lazo *et al.*, in press), commercial drag rakers, drift and substratum with attached plants. Errors in haphazard sampling were unavoidable, but where comparable these data are consistent with data from random samples of fronds (see below). Only mature plants, those having at least one frond with two or more dichotomies (see below), were assessed. Parameters analysed were the number of fronds per plant, biomass of fronds, reproduction and resorcinol test to distinguish gametophytic and sporophytic fronds and plants.

TABLE III.— Summary: mature plants from haphazard collections
Areas 1, 2, 3; May through September, 1986

Total number of plants	1,306
Vegetative plants	76%
Gametophytes	56%
Sporophytes	44%
Reproductive plants	24%
Cystocarpic	50%
Tetrasporic	50%

The majority of plants, about 75%, were vegetative (Table III), and of these the proportion of gametophytes (resorcinol reaction) slightly exceeded that of the alternate phase, but were not significantly different from a 1:1 ratio (B. L. Antcliffe, unpubl). The gametophytic: sporophytic ratio was similar to that in random samples of fronds from the same collecting areas (*cf.* Fig. 16). About onequarter of the plant population had reproductive structures, with comparable percentages of cystocarpic and tetrasporic individuals (Table III). The percentage of reproductive plants was nearly thrice that of reproductive fronds obtained over a similar period of time, and we emphasize that the basic vegetative unit is the plant, not the frond. Consequently, the reproductive level of the population may be underestimated by considering fronds only. Possibly fertility of mature, vegetative fronds on individual plants is suppressed owing to density effects (Guiry and West, 1983). Alternatively, there may be a rapid turnover of fronds once they become fertile as reported by Bhattacharya (1985) for a population of *Chondrus crispus*. To reiterate, factors affecting reproduction requiere further investigation.

Nearly 90% of the vegetative plants were

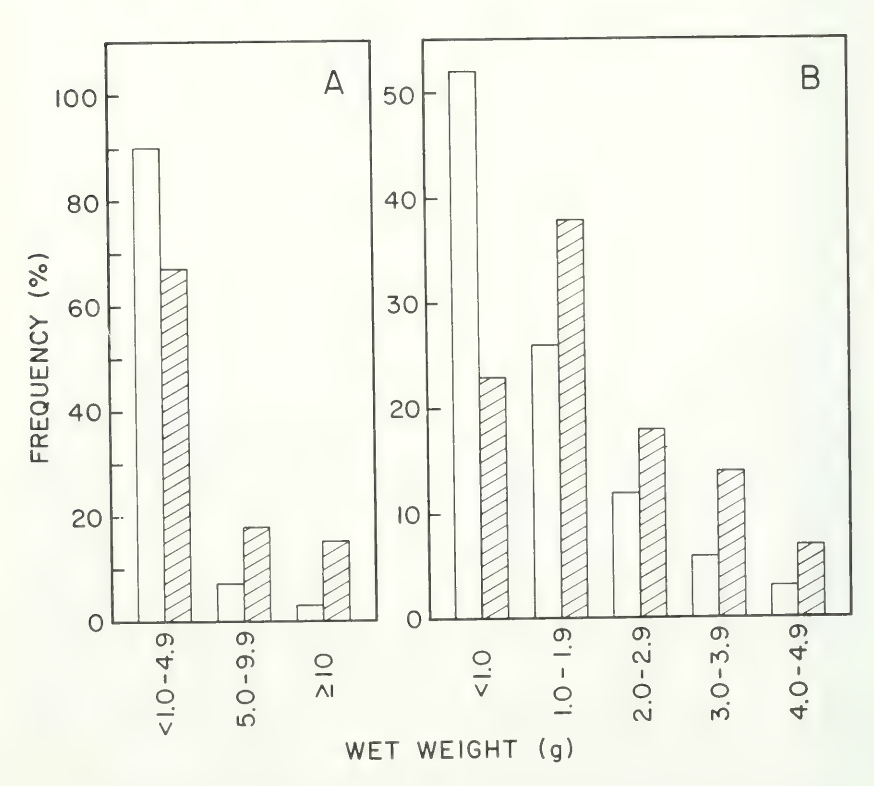


Fig. 9. Frequency distribution of plants (genets) in various size intervals (A) total sample. (B) subdivision within interval < 1.0 - 4.9 g: vegetative (open bars) and reproductive (hatched bars): for each plant type, fre quency +/ 100%

small, less than 5-g wet weight (Fig. 9a) and few exceeded 10 g. Even within the < 5-g category, about one-half of these were < 1-g wet weight, and lesser percentages with increasing biomass (Fig. 9b). This pattern of size distribution is similar to that for distribution of fronds of varying biomass (see below). Highly skewed distributions are typical of mixedaged populations (*e.g.* Weiner and Solbrig, 1984), suggesting that our data for haphazard collections are not greatly biased.

The greatest percentage of reproductive plants also were < 5-g wet weight (Fig. 9a). There were fewer reproductive than vegetative plants (Table III), but as the biomass of plants also increased, the relative proportion of reproductive plants also increased (Fig. 9a). The greatest percentage of reproductive plants occurred in the 1 to 1.9-g interval (Fig. 9b). Also, except for the smallest plants (< 1.0 g wet wt), the other biomass intervals included a greater proportion of reproductive than vegetative plants (Fig. 9a, b) which is different from that observed for fronds (Lazo and McLachlan, unpubl.).

Up to 6-g wet weight, there was a clear preponderance of vegetative plants (Fig. 10), and above 8-g wet weight there was a general equivalence of vegetative and reproductive plants. As biomass increases, the relative proportion of vegetative plants becomes less and that of reproductive plants becomes greater until the frequencies of these two groups are nearly equivalent. In none of the biomass intervals was there an overwhelming proportion of reproductive plants.

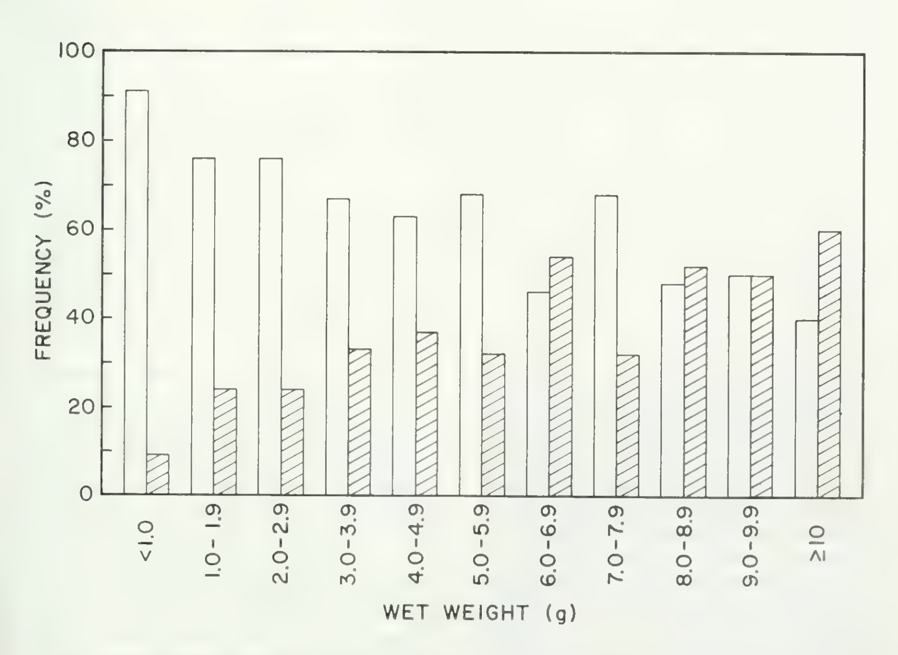


Fig. 10. Frequency distribution of plants (genets) in various size intervals; vegetative (open bars) and reproductive (hatched bars) plants, for each interval, frequency = 100%

Few male plants were identified in our collection so these have not been considered separately. In other populations a low frequency of male plants (fronds?) has also been reported (Prince and Kingsbury, 1973a) while they were apparently common in still other populations (*e.g.* Tveter-Gallager *et al.*, 1980). Reasons for an apparent low frequency of male plants in our study area remain to be determined, but certainly our observations have been seasonal. We anticipate addressing the question of the occurrence of male plants at a later date.

There was a mean of 8.5 mature fronds (*i.e* those with 2 or more dichotomies) per plant of *Chondrus crispus* (Table IV), with a similar incidence of mature fronds in both gametophytes and sporophytes. The mean number of reproductive fronds per plant for the total sample (*cf.* Table III) was about l, although considering only plants with reproductive fronds, the mean exceeded 2 (Table IV). There was no apparent difference between cystocarpic and tetrasporic plants, emphasizing once more the morphological similarity between the two life-history phases. The frond of greatest biomass wass usually reproductive (Table IV) for both cystocarpic and tetrasporic plants. For those plants in which the heaviest frond was vegetative, the second-heaviest frond was reproductive in about one-half of the cases. In the remaining instances, fronds of lesser biomass were reproductive, although many had previously been damaged and injury may have directly or indirectly stimulated reproduction. It is evident that reproduction is strongly associated with the heaviest frond of the plant, but as small plants constituted the greater portion of the population, it is not surprising that fronds of lesser biomass were commonly reproductive. The incidence of fertility in fronds of individual plants was, again, similar for cystocarpic and tetrasporic plants. The reasons for this are not clear, but a commonalty of cause is suggested. A partial explanation may be that as fronds become reproductive, they are quickly lost from the plant (Bhattacharya, 1985), with reproductive fronds being continually shed and vegetative fronds becoming reproductive. That reproductive fronds are easily lost may have ecological importance. Under culture conditions, detached fronds can shed spores for considerable time (Bhattacharya, 1985; unpubl. results). We assume that the same occurs in field populations where free-drifting, fertile fronds are common and may have been in the drift for relatively long periods (*e.g* McLachlan *et al.*, 1987). Thus, spores of *C. crispus* can be widely distributed by free-drifting, fertile fronds.

TABLE IV.—Summary: mature fronds from haphazardly collected plants.

$\bar{x}$ number mature fronds/plant			
All fronds			8.5
Reproductive fronds			1.1
Gametophytic plants			8.3
Sporophytic plants			8.6
Reproductive plants			
$\bar{x}$ cystocarpic fronds/plant			2.3
$\bar{x}$ tetrasporic fronds/plant			2.9
Ranking (biomass) of reproductive fronds of individual plants			
Rank	*All plants*	*Cystocarpic*	*Tetrasporic*
Largest	80%	80%	80%
2nd largest	8.5%	8%	8%
2nd largest	11.5%	12%	12%

FRONDS

As fronds of *Chondrus crispus* develop, there is an increase in both length and weight (Fig. 11). Either parameter is an index of growth, but once the frond branches, expansion also occurs laterally and the frond becomes generally fan-shaped (Fig. 8) and eventually there is little increase in length associated with increase in weight (Fig. 11), Fronds of *C. crispus* have been traditionally separated into four classes (*i.e.* I-IV) based on combinations of length and number of dichotomies (*e.g.* Taylor and Chen, 1973), although class and biomas are not necessarily correlated. For example, Class IV may not include fronds of greatest biomass (Prince and Kingsbury, 1973a; Pybus, 1977) and, moreover, interrelations between length and number of dichotomies are unclear. As an alternative, we regard fronds of *C. crispus* as either immature or mature, the latter having two or more dichotomies (*cf.* Fig. 8), and both are usually present on the same plant (Fig. 1) in a continuum of ontogenetic stages (Fig. 8). Importantly,

mature fronds are potentially capable of being reproductive, either tetrasporic or cystocarpic. We consider reproductive potential biologically relevant as a means of classification of fronds. Immature fronds have been observed to be reproductive only rarely, but even so there is considerable overlap in biomass between immature and mature fronds (Lazo, 1987). Previously Mathieson (1982) noted that fronds less than 2 cm in length were rarely reproductive and these fronds are generally comparable with our immature fronds.

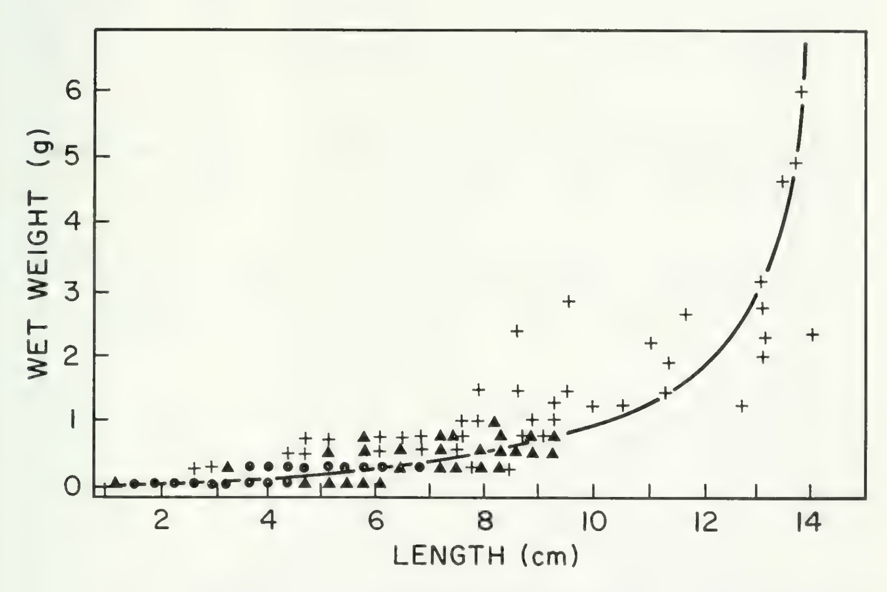


Fig. 11. Relationship between biomas (g wet wt) and length (cm) of fronds (ramets); + = 1 datum point, ▲ = 2 - 9 points, ● = > 9 points; line drawn by eye.

Frequency distribution

Fronds of *Chondrus crispus* were collected from randomly placed quadrats (0.10 m x 0.10 m) on transects perpendicular to the shore (Fig. 3), with 50 quadrats per 500 m of transect. Six areas (Fig. 3) were studied although the majority of samples were obtained from Areas 1, 2, and 3 with only two transects sampled in each of the remaining three areas. During our study period, *C. crispus* was intensively harvested by drag raking from June in Area 1 and July in Area 2 until late autumn, and to a much lesser extent in Areas 4 and 5. Drag raking has been prohibited in Areas 3 and 4.

Fronds were cleaned, blotted dry, and length, wet weight, number of dichotomies, reproductive state (males were included with vegetative fronds), and life-history phase (resorcinol reaction) were recorded. A detailed description of the methodology has been given elsewhere (Lazo, 1987).

The overall population of fronds had a frequency distribution of 56% for gametophytic fronds (Fig. 12), a gametophytic: sporophytic ratio of 1.3 which was not sigificantly different (p = 0.05) from a ratio of 1:1 (Williams' correction: Sokal and Rohlf, 1981). Areas 1, 2, and 3, whence most samples were obtained, contained similar proportions of gametophytic

and sporophytic fronds. These results contrast with previous studies of *Chondrus crispus* where an overwhelming proportion of gametophytes was reported for populations of both Prince Edward Island (Craigie and Pringle, 1978) and southwestern Nova Scotia (Bhattacharya, 1985). We have, in a cursory survey, confirmed the general dominance of gametophytes in several Nova Scotian populations. Possibly the difference between our results and those reported earlier for Prince Edward Island (Craigie and Pringle, 1978), for transects in areas that we also sampled, reflects differences in sampling procedures. We attribute the difference between the Nova Scotian and Prince Edward Island populations to dissimilarities in substrata. In southwestern Nova Scotia the substratum is hard and stable (Roland, 1982), contrasting to the soft, friable sandstone of Prince Edward Island (Loring and Nota, 1973) where space is not a limiting resource.

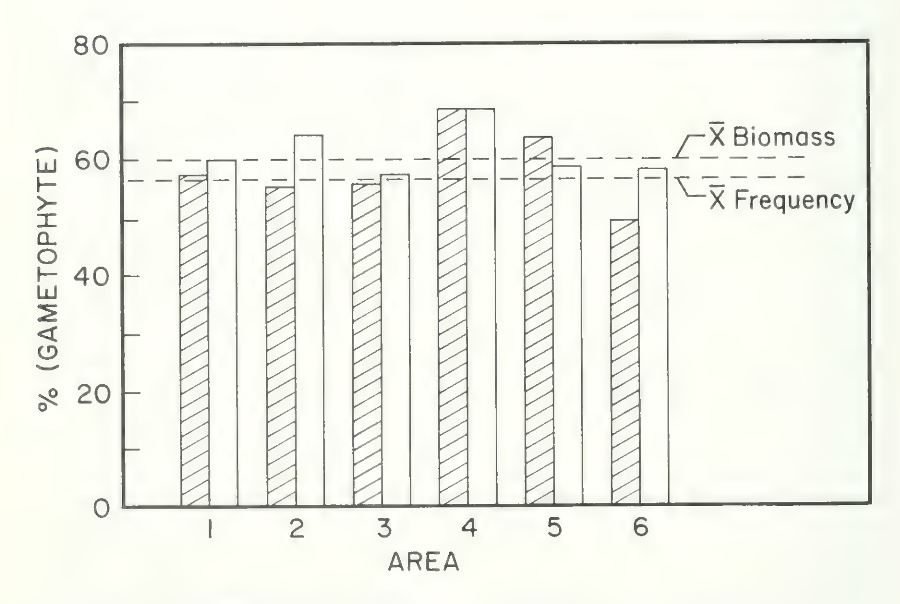


Fig. 12. Percentage distribution of gametophytic fronds within each of the six areas of Prince Edward Island; frond frequency (hatched bars) and biomass (open bars); means for the overall population indicated by the broken lines

The frequency distribution of gametophytic fronds along the depth gradient for Areas 1 and 3 is shown in Figure 13. There was no apparent depth-related pattern associated with the life-history phases for either of the two areas. Previously, Craigie and Pringle (1978) suggested that the proportion of sporophytes increased with distance from shore. They, however, sampled over a limited depth range and statistically compared only the two extreme points on their gradient. Considering similar points on our gradient (Lazo *et al.*, in press.) would, for Areas 1 and 3, indicate a relative increase in sporophytes with increasing distance from shore, although in Area 3 there was a lesser percentage of gametophytes at shallower depths or closer to shore.

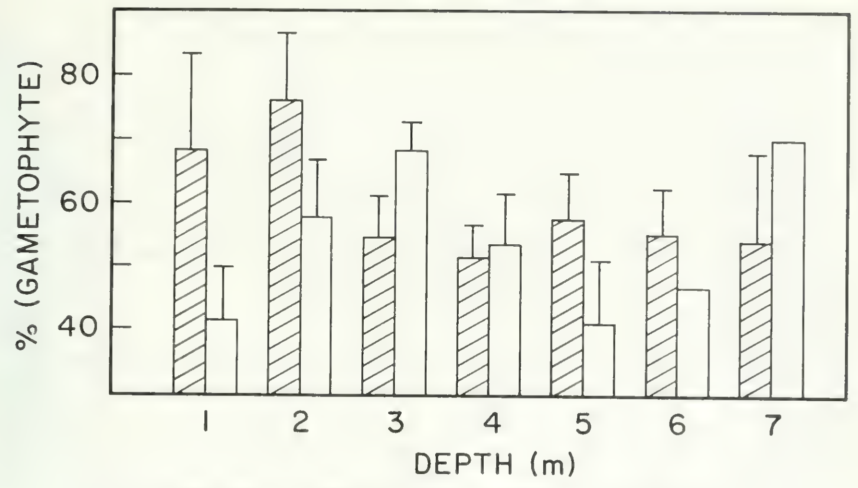


Fig. 13. Frequency distribution of gametophytic fronds with depth for Areas 1 (hatched bars) and 3 (open bars)

The percentaje distribution of both gametophytic and sporophytic fronds with depth, for Areas 1, 2 and 3, is shown in Figure 14 A. In these instances there was a close coincidence between distributions of the life-history phases, where the two types of fronds were similarly rather than differentially distributed. It is noteworthy that distribution with depth varied among the areas.

Biomass distribution

The percentaje biomass of gametophytic fronds for the overall population was about 60% (Fig. 12), somewhat greater than the frequency distribution for this life-history phase. Gametophytic fronds had a mean wet weight of 0.26 (*SE* 0.01) g and sporophytic fronds 0.22 (*SE* 0.01) g, indicating a slight gametophytic predominance in terms of biomass. In Areas 2 and 6 there was a larger proportion of gametophytic biomass, compared to frequency, so that the mean weight of gametophytic fronds in these areas was therefore greater. Only in Area 5 did the frequency of gametophytic fronds exceed the percentage of biomass for this life-history phase. Accordingly, the mean biomass of these fronds was less (0.14 $\pm$ 0.00 g) than in the other areas (0.26 $\pm$ 0.00 g). There was no consistent pattern in the vertical distribution of mean weights of gametophytic or sporophytic fronds (Fig. 14 B). This would be expected from the lack of pattern in frequency distribution, with marked variations over short distances.

The percentage of gametophytic-frond biomass in the population of *Chondrus crispus* is similar to that for commercial resources of this seaweed in Prince Edward Island where kappa-type carrageenan has been around 60 to 65% (R.J. Whitaker *in verb.*) These resources have been considered "intermediate" compared to "high" percentages in resources from southwestern Nova Scotia (Stancioff, in Rigney, 1971). This situation has apparently remained unchanged over the several decades that Irish moss has been harvested commercially from these two regions.

The mean weight of fronds for both generations showed little change with increase in depth to about 5 m in Areas 1, 2 and 3 (Fig. 14b). Thereafter, mean weights declined, possibly owing to an effect of depth on frond size. It has been reported that the percentage of dry matter in fronds of *C. crispus* also declined with depth (Greenwell *et al.*, 1984), but the reasons for this remain to be elucidated.

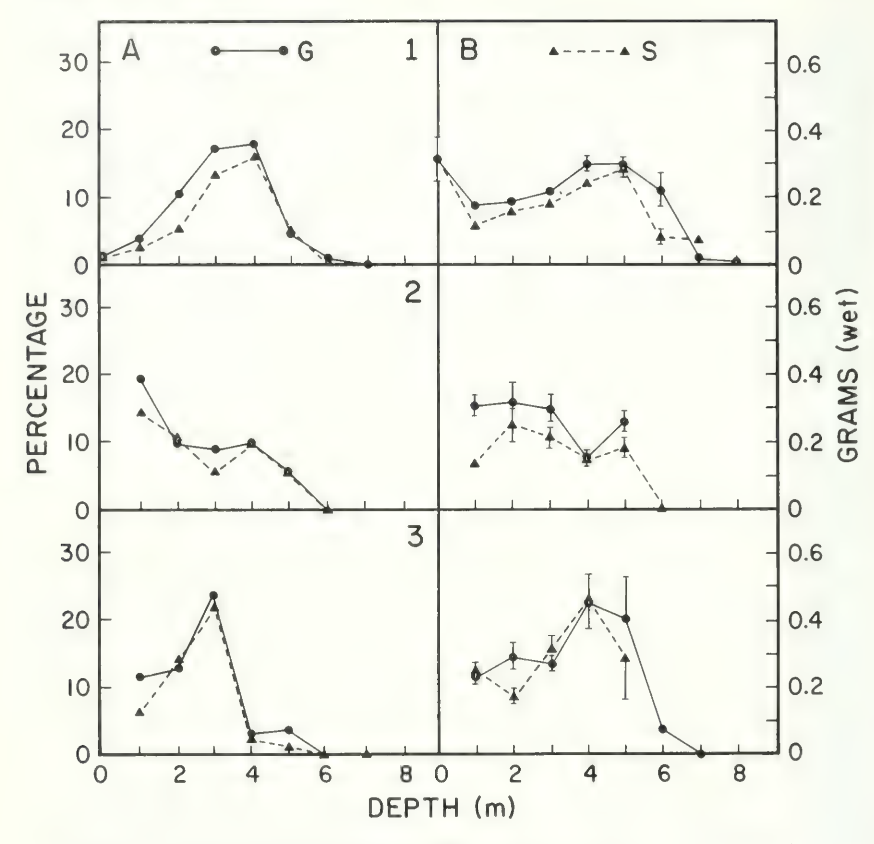


Fig. 14. Vertical distribution of (A) frequencies and (B) mean weights of gametophytic (G) and sporophytic (S) fronds in Areas 1, 2 and 3; total of both frond types = 100%.

Reproductive fronds

The proportion of reproductive fronds, both cystocarpic and tetrasporic, was low during the summer season, around 7%. However, as noted above, the proportion of reproductive plants was greater over a comparable period (Table III), and the reproductive state of a population based on fronds underestimates the potential capacity. There was temporal variation in the occurrence of the two reproductive types, also reported by others (*e.g.* Prince and Kingsbury, 1973a; Pybus, 1977; Bhattacharya, 1985). In our populations, cystocarpic fronds were common early in the season (late spring-early summer) and tetrasporic ones later in the summer (Lazo, 1987). Throughout this season, however, the cystocarpic: tetrasporic frond ratio in the overall

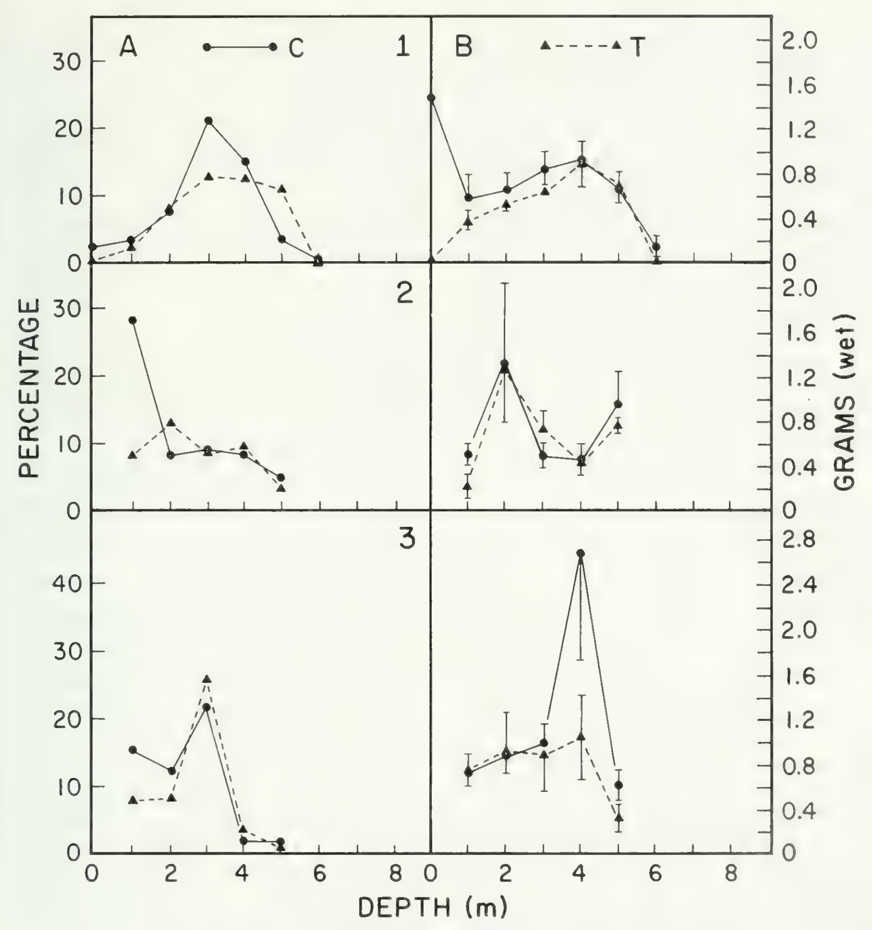


Fig. 15. As for Figure 14, except (A) cystocarpic (C) and (B) tetrasporic (T) fronds

population was about 1:1 (Fig. 16), with variations among Areas 1, 2 and 3, approximately the ratio reported by Pybus (1977) for an Irish population, and similar to the overall proportion of our reproductive plants (Table III) during a similar period. This in turn is in agreement with the proportions of gametophytic and sporophytic fronds, determined by the resorcinol reaction, for the three areas (Fig. 16).

Distribution of recognizably cystocarpic and tetrasporic fronds with depth for Areas 1, 2 and 3 (Fig. 15 A) was similar to the distribution of gametophytic and sporophytic fronds (Fig. 14 A) in terms of both frequency (Fig. 15 A) and biomass (Fig. 15 B). This accords with the relative occurrence of reproductive and vegetative fronds on individual plants and further suggests that fertility follows the same pattern with depth, at least within the range for which we have information.

The mean weight of cystocarpic and tetrasporic fronds for the overall population was 0.83 (SE 0.03) g and 0.82 (SE 0.00) g respectively. The mean weight of reproductive fronds was greater for Area 3 (0.90 ± 0.1 g) than for Areas 1 (0.70 ± 0.07 g) and 2 (0.73 ± 0.15 g) which may reflect the absence of harvesting by drag raking in Area 3. We found a close similarity between frequencies of gametophytic and cystocarpic fronds (r = 0.95 - 0.97) and sporophytic and tetrasporic ones (r = 0.88 - 0.93) except for Area 2 where the correlation was poor (r = 0.47). In our situation, the gametophytic: sporophytic and cystocarpic: tetrasporic ratios were both around 1. This is circumstantial evidence that frequency of male fronds, and plants, was low, confirmed by direct, albeit, limited observations (I. Novaczek, unpubl.).

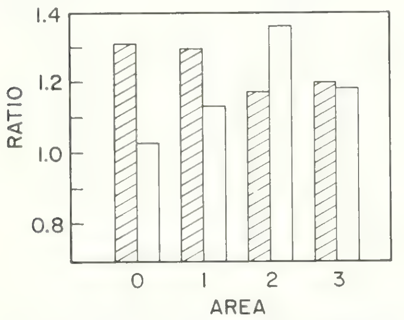


Fig. 16. Ratio of gametophytic:sporophytic fronds (hatched bars) and cystocarpic:tetrasporic fronds (open bars) for the overall population (0) and Areas 1, 2 and 3

Size structure

Size (= biomass) distribution of fronds in the population was asymmetrical which is characteristic of most plant populations (*e.g.* Weiner and Solbrig, 1984). The Lorenz Curve (Fig. 17) illustrates that the majority of fronds were small. As biomass increases, the frequency of fronds rapidly declines, so that many small fronds and relatively few large ones constitute the population. Some of the largest fronds in our population had a biomass of nearly 50 g wet weight, but these were uncommon. The Gini Coefficient, a statistic used to define inequality within a population, together with the application of the Lorenz Curve to illustrate size inequality (Weiner, 1985; Weiner and Solbrig, 1985), has been applied to populations of fronds of *Chondrus crispus*. This is illustrated in Figure 17 where perfect equality is defined by the diagonal and deviations by the area between the diagonal and the Lorenz Curve divided by the area below the Lorenz Curve. Therefore, the greater the inequality the greater the Gini Coefficient.

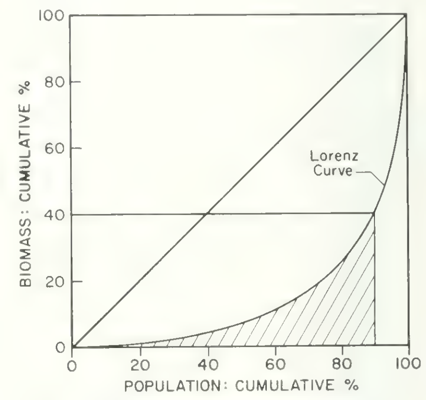


Fig. 17. Size hierarchy of fronds for the overall population as indicated by the Lorenz Curve; the diagonal represents perfect equality; 40% of the biomass is distributed among 90% of the fronds (hashed area): Gini Coefficient 0.71

For the overall population of fronds, the Gini Coefficient was 0.71, quantifying the high degree of inequality in frond sizes (biomass). For the six areas the Gini Coefficient varied from 0.69 to 0.71, emphasizing that the size structure for these populations was similar. Lorenz Curves for gametophytic and sporophytic fronds were equivalent (Fig. 18), again pointing to the similarity between the two life-history phases while high-lighting the unequal distribution of biomass. In none of these areas was the population dominated, in terms of frond size, by one life-history generation.

Both Figures 17 and 18 illustrate the distribution of biomass among fronds of the population, where about 10% of the fronds contributed 60% of the biomass. The minimum wet weight of these larger fronds was 0.65 g with little sporophytic fronds ($\overline{X}$ = 0.60 g) slightly less in weight than gametophytic ($\overline{X}$ = 0.70 g) ones.

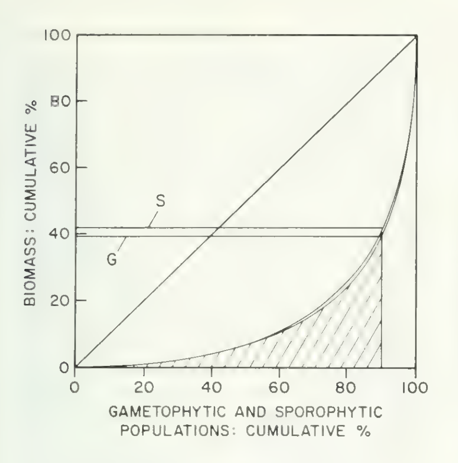
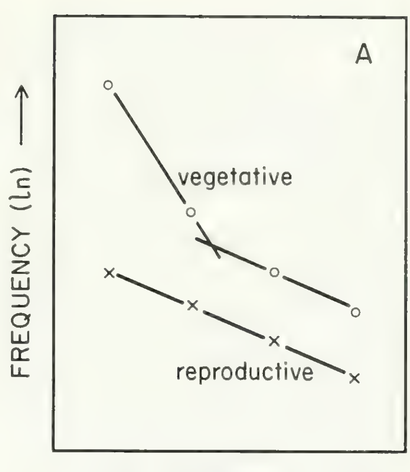


Fig. 18. Same as Fig. 17 except that gametophytic (G) and sporophytic (S) fronds are shown separately



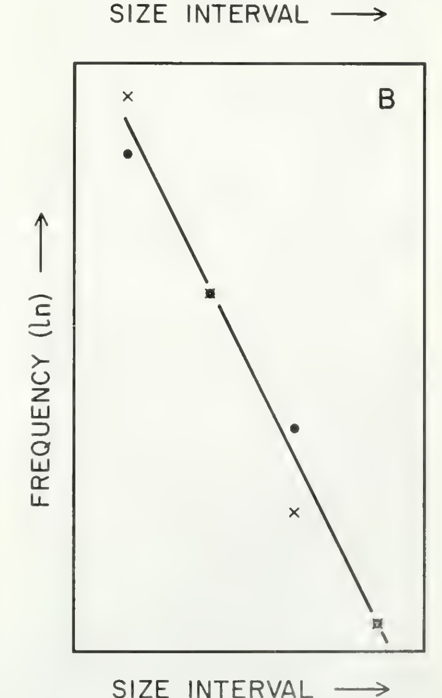


Fig. 19. Frequency in the overall population of (A) vegetative and reproductive fronds in arbitrary size intervals and (B) similar for cystocarpic (●) and (x) tetrasporic fronds

The proportion of larger vegetative and reproductive fronds in the population was negatively correlated with increasing size (biomass) of fronds (Fig. 19 A). Between the first and second size intervals of vegetative fronds, the decline in frequency is markedly greater than between the other intervals, in which the decrease is similar to that of reproductive fronds. Thus, as frond size increases, there is increased probability that the frond will be lost from the population, whether it is vegetative or reproductive. At the same time, the frequency of larger vegetative fronds declines as these fronds become reproductive.

Figure 19 B shows that the decline in frequency with increasing size is comparable in cystocarpic and tetrasporic fronds. The ratio of the two reproductive generations within the population was similar, and this ratio is maintained with size.

It is unlikely that smaller fronds are readily removed from the population (*cf.* Bhattacharya, 1985). Rather, the break in the curve shown in Figure 19 A probably results from smaller fronds entering the population. This "reservoir" of fronds provides resilience to the population, where large quantities of biomass, although composed of relatively few fronds, are

continually being lost from the population. At the same time space, as a resource, remains occupied by the basal holdfast so that competitive advantage of the species or life-history generation remains intact. Thus the "heteromorphic" morphology of *Chondrus crispus* is certainly an important reason for the ecological success of this species (Lubchenco, 1980).

The evidence that we have assembled, from both laboratory studies and field observations, indicates that the two life-history generations of *Chondrus crispus* are very similar. As one generations is not dependent upon itself for perpetuation, or that of the species, gametophytes and sporophytes may be considered as separate, albeit very closely related, entities. If this assumption is correct, competition should occur between the two life-history generations, with the eventual predominance in the population by one of the generations. The gametophytic and sporophytic phases of *Chondrus crispus* in the overall population, of Prince Edward Island were, contrary to first expectation, present in about equivalent proportions. This does not, however, abrogate our hypothesis. For this principle to be satisfied and our hypothesis supported, relatively stable environmental conditions are required where space as a resource becomes limiting (*cf.* Connell, 1978; Silvertown, 1982).

Turbulence, together with the friable sandstone substratum of Prince Edward Island, results in an environment which we regard as "intermediate" in disturbance (*sensu* Sousa, 1984; 1985). Substantial amounts of seaweed are lost annually, both as storm-cast and raked material. In the case of *C. crispus*, disturbance results in not only loss of fronds but also large numbers of intact plants or clumps, so that new space is continually being made available. Under these conditions the population structure cannot attain steady state and much of the reproduction must occur through spores rather than vegetative propagation by the basal holdfast. Consequently, in the Prince Edward Island situation, neither of the life-history generations is able to dominate the population. This is applicable to the population of relatively large areas. Disturbing vectors vary greatly in magnitude, time and space, so that considerable variation is encountered, with unpredictable events determining the structure at local sites, and this is what we have generally found.

Where disturbance is not a major factor, the prediction is that the population will be composed predominantly of one of the life-history generations. Circumstantial evidence in support of this, for *Chondrus crispus*, comes from southwestern Nova Scotia, where the substratum is stable and the intertidal population has been reported to be composed largely of gametophytes (Bhattacharya, 1985). The quality of the commercial resource (Ffrench, 1971) indirectly indicates that this situation has remained unchanged, at least for several decades. Certainly in this environment there is substantial turnover of fronds of *C. crispus*, but probably relatively fewer plants or clumps. The population structure can, accordingly, be maintained through the persistence of the crustose holdfast (*e.g.* Chen and McLachlan, 1972: Lubchenco, 1980), thereby limiting the availability of space for recruitment of spores. Although our hypothesis predicts that with similarity of life-history generations one will eventually predominate in the population under stable conditions, it can not predict which generation. The outcome most likely will be determined by antecedent events (*cf.* Doty, 1971; Robinson and Dickinson, 1987). Accordingly, we should anticipate populations of *Chondrus crispus* that are predominantly sporophytic, similar to the gametophytic-dominated population of southwestern Nova Scotia. We are not aware of such populations, but this is not surprising as there is virtually no information for other populations of *C. crispus*. Sporophytic, in addition to gametophytic dominance, seems to occur with species of *Iridaea* (*e.g* Dyck *et al.*, 1985; May, 1987), although further observations at the population level are required to substantiate these preliminary observations.

As noted above, the structure of the *Chondrus crispus* population in southwestern Nova Scotia has apparently remained stable, at least over a number of decades. It has been suggested that catastrophic events may be required to disrupt the structure of stable populations. This has been illustrated by a local population of *Iridaea cordata* (Turn.) Bory in central California which earlier was reported dominated by sporophytes (Hansen and Doyle, 1978) and more recently by gametophytes (Dyck

et al., 1986). An incursion of warm El Niño water has been postulated to have caused a major disturbance, resulting in the switching of the dominant life-history phase (May, 1987). Comparable disruptions may occur in other populations, but these are probably rare events.

The gametophytic-sporophytic structure of populations of other groups of isomorphic red algae remains unclear. Although sporophytic dominance has in general been implied (De Wreede and Klinger, 1987), we would expect a situation analogous to that for *Chondrus crispus* to apply, at least for perennial species. Previous observations have been based almost entirely on the presence of reproductive structures, thereby limiting conclusions that can be derived from such data. Species of the Gigartinaceae offer unique possibilities for studying population structures of isomorphic red algae and advantage should be taken of this potential.

CONCLUSIONES

El desarrollo en cultivo de los estados iniciales de los gametofitos y esporofitos fueron similares. El tamaño promedio de las carpósporas fue significativamente más grande que el de las tetrásporas. Los discos basales de los esporofitos crecieron significativamente ($P = 0.05$) más que los discos gametofíticos durante las seis semanas de cultivo. Sin embargo, ambas generaciones originaron frondas al mismo tiempo independientemente del tamaño del disco basal. Dichos discos fueron función, además, de la temperatura, de la irradiación y de la interacción de ambas.

La presencia de estructuras reproductivas estuvo directamente relacionada con la morfología de las frondas. Las tasas de plantas gametofíticas a esporofíticas como la de sus estados reproductivos fueron similares a la de las frondas. Sin embargo, un 26 por ciento de las plantas fueron reproductivas lo cual se diferencia del nivel reproductivo de las frondas. La frecuencia de tamaños de plantas también fue algo distinta de la de frondas.

Las tasas de gametofitos y esporofitos y de frondas cistocárpicas a tetraspóricas fueron aproximadamente de 1:1 tanto en frecuencias como en biomasa. Los patrones de distribución vertical de las dos fases y de los dos estados reproductivos fueron similares y también existió correspondencia entre los patrones espaciales de cada generación con la de sus respectivas frondas reproductivas.

Las poblaciones observadas están formadas por frondas de tamaños extremadamente variables. El tamaño y la frecuencia de las frondas estuvieron inversamente relacionadas (coeficiente de Gini = 0.71). El 90 por ciento de las frondas fueron pequeñas comprendiendo apenas un 40 por ciento de la biomasa de la población, mientras que el 10 por ciento restante representó más de la mitad de la biomasa total. La estructura de tamaños de las poblaciones de gametofitos y esporofitos fueron similares lo que sugiere que ninguna de las dos fases domina sobre la otra en término de tamaño. La presencia de estructuras reproductivas no depende del tamaño de la fronda, aunque la mayoría de las frondas reproductivas son de tamaños pequeños. La distribución de frecuencias de tamaños fue la misma para las frondas cistocárpicas y tetraspóricas lo que sugirió una vez más que la capacidad competitiva de ambos estados reproductivos son equivalentes.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank B. Antcliffe, B. Bernard, J. Berges, J. Burke, C. Fraikin, M. Greenwell, E. Lachance, I. Novaczek, T. Parker, J. Schnare, C. Têtu and D. Vaney who assisted at various times over the three-year period of this study. We also acknowledge assistance and cooperation from the staff of the Ellerslie Biological Station, Wm. Murphy, Prince County Fisherman's Association and Carratech Inc. We are grateful to Dr. B. Santelices for his many helpful comments on the manuscript.

This study was in part supported by a grant (A 2959) from the National Science and Engineering Research Council, and the International Development Research Centre (IDRC) provided travel funds to Concepción. The manuscript was completed while JMcL held the James Chair of Pure and Applied Science, St. Francis Xavier University, Antigonish, N.S.

BIBLIOGRAPHY

Bhattacharya, D. 1985. The demography of fronds of *Chondrus crispus* Stackhouse. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 91:217-231.

Bidwell, R.G.S., McLachlan, J. and Lloyd, N.D.H. 1985. Tank cultivation of Irish moss, *Chondrus crispus* Stackh. Botanica, Marina. 28:87-97.

Bird, C.J., Greenwell, M. and McLachlan, J. 1983. Benthic marine algal flora of the north shore of Prince Edward Island (Gulf of St. Lawrence) Canada. Aquatic. Bot. 16:315-335.

Bird C.J. and McLachlan, J. 1974. Cold hardiness of zygotes and embryos of *Fucus* (Phaeophyceae, Fucales). Phycologia, 13:215-225.

Bird, N.L., Chen, C-M. and McLachlan, J. 1979. Effects of temperature, light and salinity on growth in culture of *Chondrus crispus. Furcellaria lumbricalis. Gracilaria tikvahiae* (Gigartinales, Rhodophyta) and *Fucus serratus* (Fucales, Phaeophyta). Botanica Marina 22:521-527.

Black, W.A.P., Blackmore, W.R., Colquhoun, J.A. and Dewar, E.T. 1965. The evaluation of some red marine algae as a source of carrageenan and of its k-and -components. I. Sci. Fd. Agric. 16:573-585

Boney, A.D. 1975. Mucilage sheaths of spores of red algae. J.Mar. Biol. Ass. U.K. 55:511-518.

Burns, R.L. Mathieson, A.C. 1972. Ecological studies of economic red algae. II. Culture studies of *Chondrus crispus* Stackhouse and *Gigartina stellata* (Stackhouse) Batters, J. Expo. Mar. Biol. Ecol. 8:1-6.

Chen, L.C-M. and McLachlan, J. 1972. The life history of *Chondrus crispus* in culture. Can. J. Bot. 50:1055-1060.

Chen, L.C-M., McLachlan, J. Neish, A.C. and Schacklock, P.F. 1973. The ratio of kappa- to lambda carrageenan in nuclear phases of the rhodophycean algae, *Chondrus crispus* and *Gigartina stellata*. J. Mar. Biol Ass. U.K. 53:11-16

Connell, J.T. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science. 199:1302-1310.

Craigie, J.S. and Leigh, C. 1978. Carrageenans and agars. In: Handbook of phycological methods. Vol. II. (eds. J.A Hellebust & J.S. Craigie). Cambridge University Press, pp. 109-131

Craigie, J.S. and Pringle, J.D. 1978. Spatial distribution of tetrasporophytes and gametophytes in four Maritime populations of *Chondrus crispus*. Can. J.Bot. 56:2910-2914.

Dawes, C.J., Mathieson, A.C. and Cheney, D.P. 1974 Ecological studies of Floridian *Eucheuma* (Rhodophyta, Gigartinales). I.Seasonal growth and reproduction. Bull. Mar. Sci. 24:235-73.

De Wreede, R.E. and Klinger, T. 1987. Reproductive strategies in algae. In: Plant reproductive strategies (ed. J.Lovett-Doust & L. Lovett-Dust), Oxford University Press, London (in press).

Dickie, L.M. and Tristes, R.W. 1983. The Gulf of St. Lawrence. In: Ecosystems of the world. 26. Estuaries and enclosed seas, (ed. B.H. Ketchum), Elsevier, Amsterdam, pp. 403-425.

Doty, M.S. 1971. Antecedent event influence on the benthic marine algal standing crops in Hawaii. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 6:161-166.

Dyck, L., De Wreede, R.E. and Garbary, D. 1985. Life history phases in *Iridaea cordata* (Gigartinaceae): relative abundance and distribution from British Columbia to California. Jap. J.Phycol. 33:225-232.

Edelsten, T. and McLachlan, J. 1966. Investigations of the marine algae of Nova Scotia. I. Winter flora of the Atlantic coast. Can J. Bot. 44:1035-1055.

Edelstein, T., Chen, L.C-M. and McLachlan, J. 1970. Investigations of the marine algae of Nova Scotia. VIII. The flora of Digby Neck Peninsula, Bay of Fundy. Can J.Bot. 48:621-629.

Edwards, P. 1973. Life history studies of selected British *Ceramium* species. J. Phycol. 9:181-184.

French, R.A., 1971. The Irish moss industry, a current appraisal. Department of Fisheries and Forestry, Ottawa, 230 pp.

Goff, L.J. and Coleman, A.W. 1987. The solution to the cytological paradox of isomorphy. J. Cell Biol. 104:739-748.

Greenwell, M., Bird, C.J. and McLachlan, J. 1984. Depth related variation in gross chemical composition of several seaweeds. Aquatic Bot. 20:297-305.

Guiry, M.D. 1981. *Chondrus crispus* Stackhouse "T4" is a male clone (Rhodophyta), Phycologia, 20:438-439.

Guiry, M.D. 1979. Commercial exploitation of marine red algal polysaccharides - progress and prospects. Trop. Sci. 21:183-195.

Guiry, M.D., West, J.A. Kim, D.H. and Masuda, M. 1984. Reinstatement of the genus *Mastocarpus* Kützing (Rhodophyta). Taxon. 33:53-63.

Guiry, M.D. and West, J.A. 1983. Life history and hybridization studies on *Gigartina stellata* and *Petrocelis cruenata* (Rhodophyta) in the north Atlantic. J. Phycol. 19:474-494.

Hanic, L.A. 1973. Cytology and genetics of *Chondrus crispus* Stackhouse. Proc. N.S. Inst. Sci., 27 (suppl.): 23-52.

Hannach, G. and Santelices, B. 1985. Ecological differences between the isomorphic reproductive phases of two species of *Iridaea* (Rhodophyta: Gigartinales). Mar Ecol Progr Ser 22 291 303

Hansen, J.E. and Doyle, W.T. 1976. Ecology and natural history of *Iridaea cordata* (Rhodophyta; Gigartinaceae): Population structure. J. Phycol. 12:273-278.

Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. Academic Press, London. 892 pp.

Holmsgaard, J-E., Greenwell, M. and McLachlan, J. 1981. Biomass and vertical distribution of *Furcellaria lumbricalis* and associated algae. Proc. Int. Seaweed Symp. 10:309-314.

Hoyle, M.D. 1978. Reproductive phenology and growth,, rates in two species of *Gracilaria* from Hawaii. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 35:273-283.

Kim, D.H. 1976 A study of the development of cystocarps and tetrasporangial sori in the Gigartinaceae (Rhodophyta, Gigartinales) Nova Hedwigia. 27:1-146.

Lazo, M.L. 1987. Population structure of *Chondrus crispus* Stackhouse along the coast of Prince Edward Island. Thesis, Dalhousie University, Halifax, N.S. 177 pp.

Lazo, M.L., Greenwell, M. and McLachlan, J. Population structure of *Chondrus crispus* Stackhouse (Gigartinaceae, Rhodophyta) along the coast of Prince Edward

Island, Canada. Distribution of gametophytic and sporophytic fronds. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. (in press).

LITTLER, M.M. and LITTLER, D.S. 1980. The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: Field and laboratory tests of a functional form model. Amer. Naturalist, 116:25-44.

LLOYD, N.D.H., MCLACHLAN, J. and BIDWELL, R.G.S. 1981. A rapid infra-red carbon-dioxide analysis screening technique for predicting growth and productivity of marine algae. Proc. Int. Seaweed Symp. 10:461-466.

LORING, D.H. and NOTA, D.J.G. 1973. Morphology and sediments of the Gulf of St. Lawrence. Bull. N° 182, Fish. Mar. Ser. Ottawa, pp. 1-147.

LUBCHENCO, J. 1980. Algal zonation in the New England rocky intertidal community: An experimental analysis. Ecology 61:333-344.

LÜNNING, K. 1984. Temperature tolerance and biogeography of seaweeds: The marine algal flora of Helgoland (North Sea) as an example. Helgolände. Meeresunters. 38:305-317.

MCCANDLESS, E.L. 1981. Biological control of carrageenan structure: effects conferred by the phase of life cycle of the carra-geenophyte. Proc. Int. Seaweed Symp. 8:1-18.

MCCANDLESS, E.L., CRAIGIE, J.S. and WALTER, J.A. 1973. Carrageenans in the gametophytic and sporophytic stages of *Chondrus crispus*. Planta, 112:201-212.

MCLACHLAN, J. 1985. Macroalgae (seaweeds): industrial resources and their utilization. Plant & Soil, 89:137-157.

MCLACHLAN, J.1982. Inorganic nutrition of marine macroalgae in culture. In: Synthetic and degradative processes in marine macrophytes (ed. L.M. Srivastava), Walter de Gruyter, Berlin, pp. 71-98.

MCLACHLAN, J., BIDWELL, R.G.S., SMITH, R. and MOSLEY, M.S. 1986. Cultivation strategies for seaweeds. In: Actas II Congr. Algas Mar. Chilenas (ed. R. Westermeier), Valdivia, Chile, pp. 47-62.

MCLACHLAN, J., GREENWELL, M., BIRD, C.J. and HOLSGAARD, J.E. 1987. Standing stocks of seaweeds of commercial importance on the north shore of Prince Edward Island. Canada. Botanica Marina. 30:277-289.

MATHIESON, A.C. 1982. Reproductive phenology and sporeling ecology of *Chondrus crispus* Stackh. In: Proc. Republ. China-U.S.A. Coop. Sci. Seminar. Cultivation and Utilization of Economic Algae (ed. R. Tsuda & Y-M. Chiang), pp. 33-40.

MATHIESON, A.C. and BURNS, R. 1975. Ecological studies of economic red algae. V. Growth and reproduction of natural and harvested populations of *Chondrus crispus* Stackh. in New Hampshire. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 17:137-156.

MAY, G. 1986. Life history variations in a predominantly gametophytic population of *Iridaea cordata* (Gigartinaceae. Rhodophyta). J. Phycol 22:448-455.

MOSS, J.R. 1978. Essential considerations for establishing seaweed extraction factories. In: The Marine plant biomass of the Pacific Northwest coast. (ed. R.W. Krauss), pp. 301-314.

NGAN, Y., and PRICE, I.R. 1979. Systematic significance of spore size in the Florideophyceae (Rhodophyta). *Br. Phycol.* J. 14:285-303.

NOVACZEK, I., BIRD, C.J. and MCLACHLAN, J. 1987. Phenology and temperature tolerance of the red algae *Chondria baileyana, Lomentaria baileyana, Griffithsia globifera* and *Dasya baillouviana* in Nova Scotia. Can. J. Bot. 65:57-62.

PRINCE, J.S. and KINGSBURY, J.M. 1973a. The ecology of *Chondrus crispus* at Plymouth. Massachusetts. I. Ontogeny, vegetative anatomy, reproduction and life cycle. Amer J. Bot. 60:956-963.

PRINCE, J.S. and KINGSBURY, J.M. 1973b. The ecology of *Chondrus crispus* at Plymouth, Massachusetts. II. Field studies. Amer. J. Bot. 60:964-975.

PRINCE, J.S. and KINGSBURY, J.M. 1973c. The ecology of *Chondrus crispus* at Plymouth, Massachusetts. III. The effect of elevated temperature on growth and survival. Biol. Bull. (Woods Hole), 145:580-588.

PYBUS, C. 1977. The ecology of *Chondrus crispus* and *Gigartina stellata* (Rhodophyta) in Galway Bay. J. Mar. Biol. Ass., U. K. 57:609-628.

RAMAS, J. 1969. The developmental sequence of the marine red alga *Pseudogloiophloea* in culture. Univ. Calif. Publ. Bot. 52:1-28.

RIGNEY, J. 1971. Seasonal effects on the chemistry of *Chondrus crispus*. In: Proceedings: Meeting on the Canadian Atlantic seaweed industry. Secretariat: Industrial Development Branch, Fisheries Service, Ottawa. pp. 95-108.

ROBINSON, J.V. and DICKINSON, J.E. 1987. Does invasion sequence affect community structure? Ecology. 68:587-595.

ROLAND, A.E. 1982. Geological background and physiography of Nova Scotia, Nova Scotian Institute of Science, Halifax, 311 pp.

SILVERTOWN, J.W. 1982. Introduction to plant population ecology. Longman Group Ltd. Burnt Mill Harlow, Essex, England. 209 pp. 209.

SOKAL, R.R. and ROHLF, F.J. 1981. Biometry. Freeman, San Francisco, 859 pp.

SOUSA, W. 1984. The role of disturbance in natural communities. Ann. Rev. Ecol. System. 15:353-391.

SOUSA, W. 1985. Disturbance and patch dynamics on rocky intertidal shores. In: The ecology of natural disturbance and patch dynamics (ed. S.T.A. Pickett & P.S. White), pp. 101-124.

SOUTH, G.R. and TITTLEY, I. 1986. A checklist and distributional index of the benthic marine algae of the North Atlantic Ocean. Huntsman Marine Laboratory and British Museum (Natural History), St. Andrews and London. 76 pp.

STOLOFF 1949. Irish moss - from an art to an industry. Econ. Bot. 3:428-435.

TAYLOR, A.R.A., CHEN, L.C-M., SMITH, B.D. and STAPLES, L.S. 1981. *Chondrus* holdfasts in natural populations and in culture Proc. Int. Seaweed Symp. 8:140-145.

TAYLOR, A.R.A.and CHEN, L.C.M. 1973. The biology of *Chondrus crispus*. Proc. N.S. Inst. Sci. 27 (suppl.): 1-13.

TVETER, E. and MATHIESON, A.C. 1976. Sporeling coalescence in *Chondrus crispus* (Rhodophyceae). J.Phycol. 12:110-118.

TVETEER, E. and MATHIESON, A.C. 1980. An electron microscopic study of sporeling coalescence in the red alga *Chondrus crispus*. Scanning Electron Microsc. 3:571-580.

TVETER-GALLAGHER, E., MATHIESON, A.C. and CHENEY, D.C. 1980. Ecology and developmental morphology of

male plants of *Chondrus crispus* (Gigartinales, Rhodophyta). J. Phycol. 16:257-268.

WEINER, J. 1985. Size hierarchies in experimental populations of annual plants. Ecology 66:743-752.

WEINER, J. and SOLBRIG, O.T. 1984. The meaning and measurement of size hierarchies in plant populations Oecology (Berlin), 61:334-336.

YAPHE, W. and ARSENAULT, G.P. 1965. Improved resorcinol reagent for the determination of fructose and 3, 6-anhydrogalactose in polysaccharides. Anal. Biochem, 13:143-148.

Gayana, Bot. 45 (1-4):55-60, 1988 ISSN 0016-5301

THE CULTIVATION OF PHYCOCOLLOID — PRODUCING SEAWEEDS IN THE AMERICAN ATLANTIC

EL CULTIVO DE ALGAS PRODUCTORAS DE MUCILAGOS EN EL ATLANTICO AMERICANO

Eurico C. de Oliveira*

RESUMEN

A pesar de que cantidades apreciables de algas marinas son utilizadas para la producción de agar-agar y carragenanos en el Atlántico americano, éstas provienen sin excepción de la cosecha de los bancos naturales. Este es el caso de la explotación de *Chondrus crispus* en Canadá, de *Gracilaria* spp. y de *Hypnea musciformis* en Brasil, de *Pterocladia capillacea* en Uruguay, y de *Gracilaria verrucosa* y *Gigartina skottsbergii* en Argentina. En la última década se han realizado muchos esfuerzos en diversos países para introducir técnicas de cultivo que suplementen la producción de los bancos naturales, a semejanza de lo que ha sido llevado a cabo con éxito en algunas áreas del E. Oriente. Así, en Canadá y Estados Unidos varios experimentos se han llevado a cabo para cultivar *C. crispus* y *G. tikvahiae* en tanques; en St. Lucía (Caribe), Venezuela, Brasil y Argentina se está intentando el cultivo de diferentes especies de *Gracilaria*, y también en el Brasil de *H. musciformis*. Todos estos intentos son basados en la técnica de crecimiento de renuevos trenzados en sogas suspendidas en el mar o en estanques de piscicultura. Sin embargo, ninguna de estas tentativas ha alcanzado escala comercial. Las razones de esto serán analizadas con énfasis en el caso brasilero.

ABSTRACT

A considerable amount of seaweeds are harvested every year in the american Atlantic for the production of agarans and carrageenans. All that comes, without exception, from the natural beds. The understanding that the natural resources are limited and, in some cases of red seaweeds, already over exploited stimulated the development of considerable efforts to mariculture selected species in the area, in the last years. Albeit all the investments made so far none of the mariculture attempts performed in this large extension of coast line, comprising many countries, progressed towards commercial cultivation. The possible reasons of this lack of success of seaweed mariculture in the area are discussed with emphasis on the brazilian case.

KEYWORDS: Mariculture, agarans, carrageenans, *Gracilaria*, *Hypnea*, *Pterocladia*.

INTRODUCTION

There is not a strong tradition in the consumption of seaweeds in the countries along the Western Atlantic. Nevertheless, a considerable amount of raw material for the production of phycocolloids is gathered in some localities and exported, or locally processed, for the production of agar and carrageenans.

In this way, *Chondrus crispus* Stackhouse (Irish moss) and *Furcelaria lumbricoides* (Hud.) Lamour., are harvested in Canada, specially in the Maritime Provinces, and exported (McLachlan, 1985); *Gracilaria* spp are harvested

* Instituto de Biociencias y Cebimar
Universidad de Sao Paulo
C. Postal 11461
05499 — Sao Paulo, SP — Brasil

and utilized as human food in some places in the West Indies (Smith et al., 1984), or processed for agar production in Brazil (Oliveira, 1984) and in Argentina (Mayer, 1981); *Hypnea musciformis* (Wulf.) Lamour is harvested in Brazil (Oliveira, 1984), and *Gigartina skottsbergii* Set and Gard., in Argentina (Kühnemann, 1970). Brown algae for the production of alginates are exploited in Canada and in Argentina. A plant for the production of alginates from *Ascophyllum* operates in the Maritime Provinces of Canada (McLachlan, 1985) and *Macrocystis* and *Lessonia* are exploited in Argentina (Anon., 1983).

Considering that all this production comes from the natural beds, and that, except for the alginophytes, most beds are already being overharvested, there has been a growing interest in developing maricultural programmes in the area. Consequently, attempts have been made in several countries, with several methodologies, to mariculture selected species. However, so far, no species is being cultivated commercially in large scale in the whole area. This paper will comment on the possible reasons for this situation.

Phycoculture activities in the American Atlantic.

Although papers dealing with the physiology, ecology, genetics and chemistry of economic seaweeds are revelant to mariculture, they will not be discussed herein. A good summary of the pertinent literature on all those aspects was presented by Mathieson (1982), among others.

Some experiments have been done aiming at the cultivation of alginophytes in the area; however these will not be analized because there are no evidences that the natural stocks are being overharvested. The available data area restricted to experiments on the cultivation of *Laminaria* in the USA (Mathieson, 1982; Brinkhuis *et al.*, 1984), and in Brazil (Yoneshigue and Oliveira, 1987), and *Ascophyllum* (Moeller *et al.*, 1984) and *Sargassum* (Hanisak and Samuel, 1987), both in the USA. In all instances none of the ex-

Table 1 Cultivation of seaweeds in the American Atlantic. See text for reference

Species	Countries	Techniques	Phycocolloid
Ascophyllum nodosum	USA	Spray	alginate
Chondrus crispus	Canada USA	Tank	carrageenan
Eucheuma isiforme	USA	Tank/Pond/Sea	carrageenan
Gracilaria tikvahiae	Canada USA	Tank/Pond/Sea	agaran
Gracilaria spp.	USA St. Lucia Venezuela Brazil Argentina	Tank/Pond/Sea Sea Sea Tank/Pond/Sea Sea	agaran
Gymnogongrus griffithsiae	Brazil	Tank	carrageenan
Hypnea musciformis	USA Virgin Isl Brazil	Tan/Pond/Sea Tank/Sea Tan/Sea	carrageenan
Laminaria spp.	USA Brazil	Sea* Sea*	alginate
Neoagardhiella bayleyi	USA	Tank	carrageenan
Pterocladia capillacea	Brazil	Tank/Sea	agar

* *gametophyte production, fecundation and development of young sporophytes are done indoors*

periments led to the development of commercial cultivation.

In this section we will comment briefly on the state of the art of seaweed cultivation for phycocolloid production in the Western Atlantic.

The geographical location of the experiments discussed are pointed out in Table I.

Carrageenophytes

Although some experiments on the cultivation of *Neoagardhiella* (DeBoer, 1979), and *Gymnogongrus* (De Oliveira and De Paula, unpublished) have been performed in the area, the majority of the information available is concerned with *Chondrus*, *Hypnea* and *Eucheuma*, as summarized below.

1. *Chondrus crispus*

This is certainly one of the most studied species of seaweeds in the American Atlantic. A considerable amount of information is to be found in Harvey and McLachlan (1973). A more recent summary of latter progress on Irish moss cultivation is given by Mathieson (1982).

The vegetative propagation of *C. crispus* in tanks has been extensively utilized by many authors, as reported by Mathieson, since its development by Neish and Fox (1971). Several of the data available on the cultivation of this species were obtained with the T4, a fast-growing clone selected by Neish and Shacklock (1971). Albeit all the technological progress obtained in tank cultivation of Irish moss in Canada and in the USA, the prediction of Neish and Fox, that cultivation of that species as a greenhouse crop would not be profitable, remains to be modified.

2. *Hypnea musciformis*

In the American Atlantic, experiments on *H. musciformis* cultivation have been done in the USA, Caribbean and Brazil.

Humm and Kreuser (1975) utilized the technique of monofilament lines to assess production. Haines (1975) measured growth rates of *H. musciformis* from the Virgin Islands, with water pumped from a depth of 870 m, with and without nutrient enrichment, or with primarily treated seawage effluent, and with effluent from a clam mariculture system. Guis *et al.* (1977) produced a model for *H. musciformis* cultivation based on tanks with running seawater.

In Brazil, attempts to grow *H. musciformis* in tanks were made by De Oliveira and De Paula, (unpublished). Cultivation in the sea was made by Schenkman (1980) and Lima *et al.* (1981). De Oliveira and Berchez (in press) described the use of the rope technique on floating rafts, using other seaweeds as substrate for *Hypnea*. Good results were obtained specially with the use of *Sargassum* as a substrate. Other experiments using *Sargassum* and nets on floating rafts are being done by Berchez on the S. Paulo littoral, and by Quege on the Espírito Santo littoral.

3. *Eucheuma isiforme*

Assays on the cultivation of *Eucheuma isiforme* (C. Ag.) J. Ag. were done in Florida utilizing tanks and the sea. The results were reported by Dawes (1974). Although good results were obtained, the experiments were discontinued due to difficulties in keeping stocks for planting throughout the year. Further references on *Eucheuma* cultivation and ecology can be found in Mathieson (1982).

Agarophytes

Agar is regularly obtained all over the world from species of *Gracilaria*, *Pterocladia* and *Gelidium*. However, in the Western Atlantic only species of the first two genera have been considered for mariculture.

1. *Gracilaria* spp.

There is a large amount of information concerning the cultivation of *G. tikvahiae* McLachlan in the Atlantic Canada since the works of Goldstein (1974) and Edelstein *et al.* (1976).

In the United States several experiments on the cultivation of *G. tikvahiae* were also conducted at Woods Hole, specially in tanks and raceways. These were done in association with other organisms in polyculture systems for waste water recycling (e. g. Ryther *et al.* 1975; Mathieson, 1982). Other experiments in the area were done by Causey *et al.* (1946), with *G. verrucosa*, in Florida, and by Kim and Humm (1965), in N. Carolina and Florida, with *G. foliifera*.

Several attemps to mariculture *Gracilaria* spp. have been made in Brazil using tanks (De Oliveira and De Paula, unpublished), fish ponds (De Oliveira, 1984; Camara Neto, 1987), and the sea (Lima *et al.*, 1981; Camara Neto, 1987), but all were interrupted before attaining a commercial level.

Recent experiment on *Gracilaria* sp. cultivation in St. Lucia (W. Indies) seems very promising as reported by Smith et al. (1984) and Smith (1986).

In Argentina, preliminary assays on the cultivation of *G. verrucosa* (Hud.) Pap. were done by Boraso de Zaixo (1984).

A more extensive review, on *Gracilaria* cultivation and production can be found in McLachlan and Bird (1986).

2. *Pterocladia capillacea*

Attempts to cultivate this species were made in Brazil in tanks (De Oliveira, De Paula; and Yoneshigue, unpublished), and also in the sea (Berchez, 1985), but the experiments were discontinued due to the very poor results obtained. As a matter of fact all the attemps to grow different species of Gelidiaceae failled due to the slow growth rate of these plants, usually bellow 5% day^{-1}.

DISCUSSION

As it can be seen in the short summary presented above, seaweed mariculture in the Western Atlantic is still at the pilot stage. The only exception, perhaps, is the recent cultivation of sea-moss (Gracilaria sp.) in St. Lucia (W. Indies), where these algae "are farmed for profit by a few people but still on a small scale" (Allan Smith, oct. 87, in lit.).

The reasons for this situation are various. However, the basic one has historical and cultural roots: the small familiarity of the littoral dwellers with the marine algae, that are hardly identified by none to only a few popular names in most countries of the region. As a consequence of this reduced interest in the local seaweeds, littoral inhabitants concentrate their activities on fishes, crustaceans, and mollusks. Once shown by researchers, and understood by the local governments, that (1) the seaweeds can be a source of valuable economic products, and (2) that the natural resources are limited, mariculture was considered as the natural alternative.

However, mariculture is not a simple task. The land-based agronomic know-how cannot be easily adapted to sea cultivation, nor successful experience in the Orient can be readily transposed to the local countries, species, enviromental and social conditions.

The reasons for that are manifold. First there is our own ignorance of the basic aspects of the biology of the seaweeds to be cultivated, as well as of the sea-environment. All that, in addition to the destructive physical force and the chemical nature of the sea water makes mariculture a risky enterprise. Not less important are the absence of a sound legal policy of sea utilization, and the conflicts of mariculture with other uses of sea-sites convenient for cultivation activities.

This is even more serious if we consider that the best places for cultivation are the shallow areas of coastal embayments that are also more utilized as fishing grounds, for recreation, transportation, and quite often are already badly spoiled by pollution.

Besides the more general problems mentioned above, the so far lack of success in commercial cultivation of seaweeds in Western Atlantic also has more specific explanations.

Analyzing the situation all over the area we will see that considerable progress was attained specially in Canada, but also in the USA, on the cultivation of some species of seaweed in tanks. However, despite all the technological development, the selection of fast growing strains, and the consequent relatively high productivity achieved, the process remains non-economical. Considering all the necessary inputs for tank cultivation, even if we approach the maximum ideal productivity of photosynthesis, this technique will hardly be cost-effective (Oliveira 1984, 1987).

The alternatives, then, are (1) the cultivation in large ponds associated with other organisms in polyculture systems, or as a by-product of water treatment (Deboer and Rhyther, 1977), or (2) the cultivation in the sea, with methodologies adapted to each particular species and local environmental and social conditions.

The first alternative has been carried out with success in Taiwan (Chiang, 1981), but still remains to be further developed in the American Atlantic.

The second has been utilized with success in some countries, specially in the Philippines (Deveau and Castle, 1976), in China (Tseng, 1981) and in Chile (Pizarro, 1986). Cultivation in the sea can be achieved with different techniques (e.g. Doty, 1973; Tsèng, 1981). Neverthless, one key point permeates all of them: the selection of a good site for the cultivation field. This can be a difficultd task, once some of the best locations are already taken by other activities, or will interfere with future uses.

The mastering of the adequate technology is not all that we need to venture into an extensive phycoculture activity; it is only a necessary step. The decision, more than economical, should be a political one. And this certainly has to pass, before, by a broad plan of coastal managément. This should obviously, select and reserve areas for mariculture before other uses make them useless (pollution), or exclude them (recreation), for these activities.

If we accept the idea that seaweed cultivation for phycocolloid production is only economical if done extensively, with a very low investment, we will conclude that the best chances are in the warmer areas of the Brazilian and Caribean region, here including the Venezuelan and the Colombian Atlantic coast. Those areas, besides having conditions for year-round cultivation, have also very cheap labor.

In the particular case of Brazil and probably in other countries, as well, the efforts to establish a commercial phycoculture activity failed due to the absence of a coordinated national programme. Instead we are seeing a succession of projets in different areas, by different research teams, repeating themselves, and not lasting long enough to develop a technology that is cost-effective.

ACKNOWLEDGEMENTS

The presentation of this paper at the "1er Congreso Latinoamericano de Ficologia Marina" in Concepción, Chile, was made possible by a financial support of IDRC, Canada.

REFERENCES

ANONIMOUS, 1983. Argentina - Pesca Maritima 83. Min Economia, Secret. Recursos Marítimos, 36 pp

BERCHEZ, F.A.S. 1985. Aspectos da ecologia e biologia da alga agarófita *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta, Gelidiaceae). Thesis Univ. S. Paulo. Brasil

BORASO DE ZAIXO, A. 1984. Crescimento de *Gracilaria verrucosa* (Gigartinales) en condición suspendida. Mems. Assoc. latinoamer. Acuicultura 2: 415—418

BRINKHUIS, B. H., MARIANI, E.C., BREDA, V.A. and BRADY-CAMPBELL, M.M. 1984. Cultivation of *Laminaria saccharina* in the New York Marine Biomass Program Hydrobiologia 116/117: 266—271.

CÂMARA-NETO, C. 1987. Seaweed culture in Rio Grande do Norte, Brazil. Hydrobiologia 151/152: 363—367

CAUSEY, N.B., PRYTHERCH, J.P., MC CASKILL, J., HUMM, H.J. and WOLF, F.A. 1946. Influence of environmental factors upon the growth of *Gracilaria confervoides*. Bull Duke Univ. Mar. Stn. 3: 19—24.

CHIANG, Y-M. 1981. Cultivation of *Gracilaria* (Rhodophycota, Gigartinales) in Taiwan Int. Seaweed Symp. 10: 569—574.

DAWES, C.J. 1974. On the mariculture of Florida seaweed *Eucheuma isiforme*. Fla. Sea Grant. Rep. 5. 10 pp

DE BOER, J.A. 1979. Effects of nitrogen enrichment on growth rate and phycocolloid content in *Gracilaria folifera* and *Neoagardhiella baileyi* (Floriodeophyceae) Proc. Int. Seaweed Symp. 9: 20—27

DE BOER, J.A. and RYTHER, J.H. 1977. Potencial yields from a waste recycling algal mariculture system. In R.W. Krauss (ed.). The marine plant biomass of the Pacific North-west coast pp. 231—249.

DEVEAU, L.E. and CASTLE, J.R. 1976. The industrial development of farmed marine algae: the case-history of *Eucheuma* in the Philippines and USA. FAO Tech. Conf. on Aquaculture. Kyoto, Japan (1976): 6 pp.

DOTY, M.S. 1973. Farming the red seaweed *Eucheuma*, for carrageenan. Micronesica 9: 59—73.

EDELSTEIN, T., BIRD, C.J. and MC LACHLAN, J. 1976. Studies on *Gracilaria* 2: growth under greenhouse conditions. Can. J.Bot. 54: 2275—2290.

GOLDSTEIN, M.E. 1974. Field and laboratory studies on *Gracilaria* from Prince Edward Island. Canada. Int. Seaweed Symp. 8 (Abstract A63).

GUIST, G.G.J., DAWES, C. and CASTLE, J. 1977. A model for the growth of *Hypnea musciformis*. Int. Seaweed Symp. 9 (Abstract 469).

HAINES, K.C. 1975. Growth of the carrageenan producing tropical red seaweed *Hypnea musciformis* in surface water, 870 m deep water, effluent from a clam mariculture system, and deep water enriched with artificial fertilizers or domestic seawage. In G. Persoone and E. Jaspers (eds). Proc. Europ. Symp. Mar. Biology, 10: 207—220

HANISAK, D. and SAMUEL, M.A. 1987. Growth rate in culture of several species of *Sargassum* from Florida, USA. Hydrobiologia 151/152: 399— 404.

HARVEY, M.J. and MCLACHLAN, J. 1973 (eds). *Chondrus crispus*. N.S. Inst. Sci., Halifax, 27 (suppl.), 155 pp.

HUMM, H.J. and KREUSER, J. 1975. On the growth rate of the red alga *Hypnea musciformis*, in the Caribbean Sea. Carib. J. Sci. 15: 1—4.

KUHNEMANN, O. 1970. La importancia de las algas marinas en Argentina. Centro de Investig. de Biol. Mar. Contr. Tec. 5: 1—35.

KIM, C.S. and HUMM, H.J. 1965. The red alga *Gracilaria foliifera*, with special reference to cell wall polysaccharides. Bull. Mar. Sci. 15: 1036—1050.

LIMA, A.M., CÂMARA-NETO, C., OLIVEIRA, E.C. DE e ARAUJO, R.A. DE 1981. Cultivo experimental de *Hypnea musciformis* e *Gracilaria* sp. em áreas protegidas por antigas linhas de costa no litoral do Rio Grande do Norte. SUDENE - Estudos de Pesca. 9: 95—117

MATHIESON, A. 1982. Seaweed cultivation: a review. In C.J. Sindermann (ed.), Proc. US-Japan Meet. Aquaculture 6: 25—66.

MAYER, A.M.S. 1981. Studies on *Gracilaria* sp in Bahia Arredondo, Chubut Province, Argentina. Int. Seaweed Symp. 10: 705—710.

MCLACHLAN, J. 1985. Macroalgae (seaweeds): industrial resources and their utilization. Plant and Soil 89: 137—157.

MCLACHLAN, J. and BIRD, C.J. 1986. *Gracilaria* (Gigartinales, Rhodophyta) and productivity. Aquatic Bot. 26: 27—49.

MOELLER, H.W., GARBER, S.M. and GRIFFIN, G.F. 1984 Biology and economics of growing seaweeds on land in a film culture. Hydrobiologia 116/117: 209—302

NEISH, A.C. and FOX, C.H. 1971. Greenhouse experiments on the vegetative propagation of *Chondrus crispus* (Irish moss). Natl. Res. Counc. Can., Atl. Reg. Lab. Tech. Rep. 12, 35 pp.

NEISH, A.C. and SHACKLOCK, F. 1971. Greenhouse experiment on the propagation of strain T_4 of Irish moss. Natl. Res. Counc. Can., Atl. Reg. Lab. Tech. Rep. 14. 25 pp.

OLIVEIRA, E.C.DE. 1984. The cultivation of seaweeds for the production of agar and agaroids in Brazil - actual state and future perspective. Mems. Assoc. latinoam. Acuicultura 5(3): 431—435.

OLIVEIRA, E.C.DE. 1987. Consideraçoes sobre o cultivo de algas marinhas no Brasil. Simp. Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Publ. ACIESP 54—11, vol. 2: 8—31.

PIZARRO, A. 1986. Conocimiento actual y avances recientes sobre el manejo y cultivo de *Gracilaria* en Chile. Monogr. Biológicas, Univ. Católica Chile 4: 63—96.

RYTHER, J.H., GOLDMAN, J.C., GIFFORD, C.E., HUGUENIN, J.E., WING, A.S., CLARNER, J.P., WILLIAMS, L.D. and LAPPOINTE, B.E. 1975. Physical model of integrated waste recycling-marine polyculture systems. Aquaculture 5: 163—177.

SCHENKMAN, R.P.F. 1980. Biomassa, crescimento, reprodução e ficocolóide de *Hypnea musciformis* (Rhodophyta) no litoral do estado de S. Paulo, Brasil. Thesis, Univ. S. Paulo, S. Paulo, Brasil.

SMITH, A. 1986. A guide to seamoss cultivation in the West Indies. Caribbean Conservation Association, St. Lucia. 20 pp.

SMITH, A., NICHOLS, K. and MCLACHLAN, J. 1984. Cultivation of seamoss (*Gracilaria*) in St. Lucia, West Indies. Hydrobiologia 116/117: 249—251.

TSENG, C.K. 1981. marine phycoculture in China. Proc. Int. Seaweed Symp. 10: 123—152.

YONESHIGUE, Y. and OLIVEIRA, E.C.DE. 1987. Preliminary experiments on the cultivation of the brown alga *Laminaria* (Phaeophyta).

Gayana, Bot. 45 (1-4):61-75, 1988 ISSN 0016-5301

COMUNIDADES ALGAIS FOTOFILAS DE INFRALITORAL DE CABO FRIO, RIO DE JANEIRO, BRASIL

COMUNIDADES ALGALES FOTOFILAS DEL INFRALITORAL DE CABO FRIO, RIO DE JANEIRO, BRASIL

Yocie Yoneshigue*
Jean L. Valentin*

RESUMO

A vegetação algal da região de Cabo Frio foi estudada pelo método quantitativo de "relevés", na zona fotófila do infralitoral. O substrato foi raspado integralmente em 19 quadrados de 20 cm por 20 cm, nas 4 estações do ano. Foram considerados os parâmetros analíticos (total de espécies, recobrimento total, diversidade especifica, densidade de reprodução) e sintéticos (presença, recobrimento médio, dominância quantitativa).

Foram identificados 131 taxa: 4 Bangiophyceae, 72 Florideophyceae, 25 Phaeophyceae, 21 Bryopsidophyceae e 9 Chlorophyceae.Os resultados revelaram dois grupos caracterizados pelas principais espécies: a) associação de modo calmo e água quente (*Dictyopteris delicatula*, *Caulerpa racemosa*, *Acanthophora spicifera* e *Wrangelia argus*), b) associacão de modo batido e água fria (*Acinetospora crinita*, *Ectocarpus fasciculatus*, *Porphyra leucosticta*, *Gelidiocolax pustulata* e *Polysiphonia decussata*).

De maneira geral, os relevés apresentarám densos recobrimentos e altos indices de diversidade especifica caracterizando populações diferenciadas e em equilibrio. A influência do fenômeno da ressurgência constitui o fator preponderante da distribuição da flora de Cabo Frio. As variações sazonais parecem estar ligadas as flutuações hidrológicas em consequência da periodicidade de subida das águas frias.

* Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira
Rua Kioto 253
28910 Arraial do Cabo, RJ — Brasil

ABSTRACT

The algal vegetation from Cabo Frio region was studied by the quantitative method, the "relevés", on a photophilous subtidal zone. The substrate was totaly scrapped in 19 quadrats 20 x 20 cm size on the four seasons along the year. In this work we considered: analytic parameters (total number of the species, total cover, specific diversity, reproduction density) and synthetic parameters (presence, average cover and quantitative dominance).

131 taxa were identified: 4 Bangiophyceae, 72 Florideophyceae, 25 Phaeophyceae, 21 Bryopsidophyceae and 9 Chlorophyceae. The results also revealed two ecological groups characterized by the main species: a) association of photophilous algae under calm conditions with warm water affinity (*Dictyopteris delicatula*, *Caulerpa racemosa*, *Acanthophora spicifera* and *Wrangelia argus*) and b) association of photophilous algae under wave exposed conditions with cold water affinity (*Acinetospora crinita*, *Ectocarpus fasciculatus*, *Porphyra leucosticta*, *Gelidiocolax pustulata* and *Polysiphonia decussata*).

The relevés, generally, presented dense covers and high specific diversity caracterizing distinguished populations in equilibrium.

The influence of the upwelling phenomenum constitutes the predominant factor affecting the marine algal flora in Cabo Frio region. The seasonal variations seem to be linked to the hydrological fluctuations in consequence of the periodicity of the cold water ascensions.

KEYWORDS: Macroalgae, communities, upwelling, Brazil, multivariate analysis.

INTRODUÇÃO

Em razão das suas características ecológicas peculiares e de sua situação geográfica na fronteira de duas grandes províncias biogeográficas, a região de Cabo Frio oferece grande interesse do ponto de vista da algologia marinha.

A importância de Cabo Frio na divisão biogeográfica do litoral brasileiro já era suspeitada por Oliveira Filho (1977). Segundo este autor, Cabo Frio constituiria uma barreira para a dispersão de numerosas algas, em particular das Chlorophycophyta, o fenômeno da ressurgência tendo, para isso, um papel determinante. Mitchell et al (1979) lá consideravam o Cabo Frio como limite sul de repartição de *Codium spongiosum*, *Valonia macrophysa* e *Caulerpa mexicana*. Encontram-se assim justapostas, nesta região, especies com afinidades subtropicais (Taylor, 1931) e espécies com afinidades temperadas (Yoneshigue—Braga, 1977; Yoneshigue e Oliveira Figueiredo, 1983; Yoneshigue e Oliveira, 1984).

Embora a existência de um fenômeno de ressurgência tenha justificado numerosos estudos hidrobiológicos nestes últimos quinze anos (Valentin, 1984), a vegetação marinha da região de Cabo Frio podia ser considerada como praticamente desconhecida até recentemente (Yoneshigue, 1985).

Este trabalho visa os aspectos de ecologia quantitativa, descrevendo com detalhes as características fitosociológicas das comunidades algais fotófilas da região. A hipótese que pretendemos verificar é que a alternância de condições hidrológicas ligadas ao fenômeno da ressurgência é o fator preponderante das variações dessas comunidades, das suas características florísticas (compasiçao) e estructurais (abundância, diversidade, maturidade).

METODOLOGIA

A metodologia empregada, nunca usada no Brasil, é a dos "releves" fitosociológicos, segundo os métodos de (Boudouresque 1971a). As rigorosas amostragens exigidas pela técnica de Releves, e o uso de numerosos parâmetros fitosociológicos (analíticos e sintéticos) fazem desta técnica uma das mais completas para os estudos de vegetação Boudouresque, 1971b).

A técnica de "relevé"

Um "relevé" corresponde à coleta completa de toda a vegetação contida em um quadrado determinado, por meio de uma raspagem integral de substrato utilizando-se inclusive do martelo e punção para destacar o substrato afim de que sejam também completamente retiradas as espécies de estratas inferiores, sobretudo as crostas. Em nosso caso, o quadrado usado foi de 20 x 20 cm, área considerada geralmente superior à área mínima para o fitobentos de águas temperadas ou quentes (Dhondt, 1976; Coppejans, 1977; Boudouresque y Belsher, 1979).

A área onde é posicionado o quadrado deve ser escolhida segundo os critérios de homogeneidade de populações e mesma iluminação (mesma exposição, inclinação da rocha e faixa de profundidade).

Localização e data dos relevés (Fig. 1).

Um total de 16 relevés foi efetudado no infralitoral superficial (franja infralitoral), em quatro estações do ano e em quatro sítios numerados 1, 6, 14 e 16 com as seguintes características:

Estação 1 =
Nome local: Ponta da Cabeça (municipio de Arraial do Cabo)
Profundidade: 0,20 m.
Inclinação do substrato: 20 graus
Exposição: NE
Datas : 28/04/83 ....Relevé 1A = Outono
24/08/83 ....Relevé 1H = Inverno
6/10/83 ....Relevé 1P = Primavera
15/01/84 ....Relevé 1E = Verão

Estação 6 =
Nome local: Prainha (municipio de Arraial do Cabo).
Profundidade: 0,40 m
Inclinação: 30 graus
Exposição NW
Datas : 14/04/83 ....Relevé 6A
16/08/83 ....Relevé 6H
9/10/83 ....Relevé 6P
5/02/84 ....Relevé 6E

Estação 14 =
Nome local: Praia Rasa (municipio de Buzios)
Profundidade: 0,20 m
Inclinação: 5 graus
Exposição: SE
Datas : 13/04/83 ....Relevé 14A
9/08/83 ....Relevé 14H
20/10/83 ....Relevé 14P
19/01/84 ....Relevé 14E

Estação 16 =
Nome local: Ponta Leste Ilha de Cabo Frio)
Profundidade: 0,30 m
Inclinação: 15 graus
Exposição: NW
Datas : 15/04/83 ....Relevé 16A
31/07/83 ....Relevé 16H
19/10/83 ....Relevé 16P
31/01/84 ....Relevé 16E

Outros 3 relevés suplementares foram efetuados em profundidades um pouco maiores, nas estações 1 e 17:
Estação 1 =
Profundidade: 1,5 m
Inclinação: 60 graus
Exposição: N
Data : 31/01/83 ....Relevé 1E1

Estação 17
Nome local: Punta de Maramuta (Ilha de Cabo Frio)
Profundidade: 2,0 m
Inclinação: horizontal
Exposição: N
Data: 5/02/83 ....Relevé 17E2

Profundidade: 3,0 m
Inclinação: 45 graus
Exposição: N
Data: 5/02/83 ....Relevé 17E3

A triagem do material

A triagem do material coletado foi inteiramente feito no microscopio e na lupa binocular. Uma lista de espécies presentes em cada relevé foi estabelecida. Ela é completa para os seguintes grupos algais: Bangiophyceae, Florideophyceae, Phaeophyceae, Chlorophyceae e Bryopsidophyceae. A presença de Diatomophyceae, Cyanophyceae e espécies animais embora anotada, não foi considerada neste trabalho.

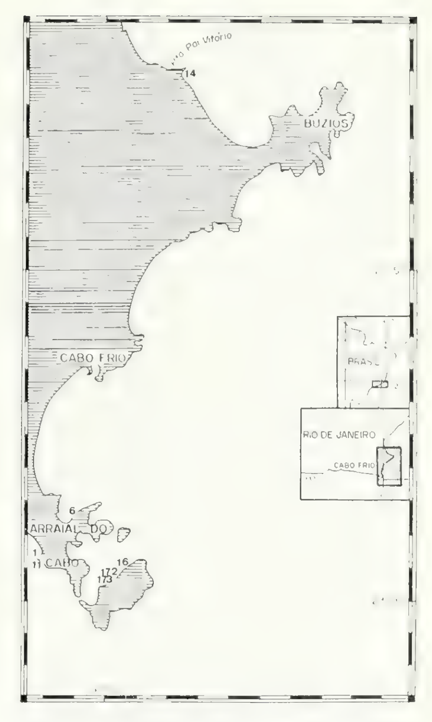


Figura 1.- Região de Cabo Frio e posição das estações de coleta (1= Ponta da Cabeça, 6= Prainha, 14= Praia Rasa, 16= Ponta Leste, 17= Ponta Maramutá)

Parâmetros analíticos e sintéticos

Para cada relevé foram calculados os seguintes parâmetros analíticos:

Ri = recobrimento da espécie i. E a percentagem da superfície do quadrado ocupada em projeção vertical pela espécie i. Ri é estimado da seguinte maneira: após a triagem as algas de uma mesma espécie são espalhada em cima de uma grade de mesma área que o quadrado, dividida em 100 sub-quadrados iguais. Ri representa o número de sub-quadrados recobertos pela planta, o que corresponde aos valores 1 a 9 % e 10 a 100 %. Para as espécies muito pouco abundantes foram utilizadas subdivisoẽs de um sub-quadrado e os valores 0,05% (indicado + na tabela I) e de 0,1 a 0,9%.

T = numero de espécies diferentes.

Rt = recobrimento total. E a soma dos Ri de todas as espécies. Esses valores, por consequência, ultrapassam quase sempre 100% em razão da superposição dos diferentes estrata algais.

H' = -indice de diversidade especifica de Shannon, calculado a partir da dominância Ri/Rt de cada espécie.

$H' = -Ri/Rt. \log_2 (Ri/Rt)$.

J = equitabilidade ("Evenness" de Pielou, 1975). E um indice de diversidade relativa, calculado pela razão entre a diversidade observada (H') e a diversidade maxima teórica (igual ao logaritmo do numéro total de espécies):

$J = H'/\log_2 (T)$.

Gi = reproductividade de cada espécie. Em cada releve, e para cada espécie, a presença (ou ausência) e o tipo de orgãos de reprodução são anotados, assim como uma apreciação da abundância. Por definição, a reprodutividade Gi de cada espécie pode ter os seguintes valores:

0 = sem organos reprodutores.
1 = organos reprodutores muito raros (RR)
3 = organos reprodutores raros (R)
6 = organos reprodutores comuns (C)
10 = organos reprodutores muito comuns (CC)
dG = densidade de reprodução calculada para cada relevé.

$dG = (Ri.Gi)/Rt$.

Este parâmetro permite quantificar o nivel de reprodução da população. dG varia entre 0 e 10.

Parâmetros sintéticos

Os parâmetros sintéticos caracterizam cada espécie para o conjunto dos relevés. Dentro dos parâmetros sintéticos sugeridos por Boudouresque (1971a) e Boudouresque y Cinelli, (1971, 1976), calculamos:

Ri = recobrimento médio, que é a media dos recobrimentos sucessivos da espécie i para o conjunto dos relevés.

P = presença, que é a percentagem dos relevés nos quais a espécie está presente.

DR = dominância quantitativa em função do recobrimento, que é a razão entre o recobrimento médio de uma espécie e a suma dos recobrimentos médios de todas as espécies. DR é expresso em percentagem.

Tratamento dos dados

O problema que temos a resolver é ligado á análise de dados multidimensionais (19 relevés x 131 espécies), e, em razão disso, necessita a aplicação de métodos multivariados própios aos estudos de ecología numérica.

Análise de agrupamento.

Ela permite agrupar os relevés de mesma composição específica. O ponto de partida é o cálculo de um índice de similaridade ou correlação entre os 19 relevés. Diversos índices podem ser aplicados cuja significação, as vezes, bem diferente. Afim de verificar a validade dos agrupamentos, utilizamos:

a) o índice de Sorensen (S1) após transformação dos dados em presenca — ausencia (codificação binária)

$S1 = 2a/(2a+b+c)$, onde a = número de espécies co—ocorrentes nos dois relevés, b e c = número de espécies ocorrendo apenas em um ou outro relevé.

b) o índice de Czekanowski (S2), calculado a partir dos dados de recobrimento pela formula:

$S2 = 2W/(A+B)$, onde W é o somatório dos valores de recobrimento mínimo para cada espécie em cada relevé. A o B são os recobrimentos totais de A e B.

c) o índice de correlação de "rank" de Spearman que leva em conta unicamente o valor ordinal (posto) de cada espécie em cada relevé. E um coeficiente não-paramétrico que não exige a normalidade da distribuião dos dados.

d) o coeficiente de correalação linear de Pearson, quantitativo e probabilisto. Ele indica o grau de linearidade da relação entre dois relevés, e exige a normalidade da distribuição dos dados, o que geralmente para dados ecológicos, torna necessário uma transformação dos dados. Nosso caso aplicamos a transformação angular arco seno (aconselhada por Boudouresque, 1971a para dados de recobrimento).

A partir da matriz de associação, são realizados os agrupamentos segundo o critério de Pesos proporcionais ("Weighted Pair Group Method Average", WPGMA), escolhido entre diversos outros por dar uma imagem menos distorcida da realidade (Davis 1973).

Uma descrição mais detalhada dos índices de associação citados e da técnica de agrupamento pode ser encontrada em Legendre e Legendre (1979).

Análise fatorial das correspondências

As técnicas de análise fatorial (ou métodos de ordenção), tem por objetivo simplificar e ordenar a matriz de dados iniciais em função de um número reduzido de fatores. Esses fatores são representados por eixos que são os vetores latentes de matriz de associação (métrica do CHI 2 no caso da análise das correspondência utilizada aqui) (Benzecri, 1973). Eles representam geralmente "gradientes ambientais" ao longo dos quais as amostras (relevés) e espécies são projetadas. A análise fatorial das correspondência e equivalente ao "Gradient averaging" de Hill (1973, in Austin, 1985). Os resultados da análise são visualisados pela representação gráfica de um dos planos, e o posicionamento dos relevés e espécies neste plano em função das suas coordenadas em cada eixo.

Quanto mais próximo um do outro, 2 puntos (relevés ou espécies) ficam, maior pode ser a relação entre esses dois relevés (ou espécies). Assim pode ser também realizado um agrupamento de variáveis em função da mesma afinidade com o fator (eixo) considerado. Esses grupos de variáveis terão relações quanto mais fortes com o fator que suas coordenadas (negativas ou positivas) foram maiores (projeção na extremidade dos eixos). Na Análise de correspondências e importante levar em conta a "massa" das variáveis (total de recobrimento de cada espécie, ou de cada relevé) que entra no cálculo da contribuição dessas variáveis à formação dos eixos. A contribuição é um coeficiente expresso em percentagem que facilita a interpretação dos fatores.

Em consequência, alem de evidenciar afinidades florísticas (grupo de espécies, de relevés), essa técnica permite tambem de evidenciar e hierarquisar os principais fatores (ou gradientes ambientais) responsáveis pela distribuição da flora.

As técnicas fatorias são de uso cada vez mais frequente em ecologia marinha. Citaremos apenas, para a ficologia, Blanc y Boudouresque, (1970); Boudouresque, (1973); Maggs et al (1979); Pittley e Shaw (1980), e convidamos o leitor a consultar, dentro dos numerosos manuais, Legendre y Legendre, (1979); Lebart y Fenelon, (1971); Digby e Kempton, (1987), e especialmente Benzecri, (1973) para a análise das correspondências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 131 taxa foi coletado e identificado nos 19 relevés efetuados: 4 Bangiophyceae, 72 Florideophyceae, 25 Phaeophyceae, 21 Bryopsidophyceae e 9 Chlorophyceae.

Os dados de recobrimento e os valores dos parámetros analíticos e sintéticos estão reunidos nas tabelas I e II.

TABELA I.- Recobrimento das espécies nos 19 relevés das estações 1, 6, 14, 16 e 17, durante os periodos de outono (A), inverno (H), primavera (P) e verão (E). Os parámetros sintéticos de cada espécie são calculados (Ri = recobrimento médio, DR = dominância quantitativa, P = presença).

Espèces	Relevés																			Param. Synth		
	1A	1H	1P	1E	6A	6H	6P	6E	16A	16H	16P	16E	14A	14H	14P	14E	17E1	17E2	17E3	RGM	DR	P
Acanthophora spicifera	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	5,0	50	-	-	-	6,7	2,9	[illegible]
Acinetospora crinita "stade"	-	-	-	4,[illegible]	-		-		-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	1[illegible]
[illegible]	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0			[illegible]	[illegible]	
Acrochaetium dumosum	-	-	-		0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		+	+	[illegible]
Acrochaetium [illegible]	-	0,1	-	-	-	-	+			+	+	0,2	-	-	-	-	-	-		+	+	[illegible]
Acrosorium uncinatum	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	+	0,2	-	-	-		+	+	1[illegible]
Aglaothamnion negletum	-	-	+	-	-	-	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-		0,[illegible]	0,0	[illegible]
Amphiroa brasiliana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	5,[illegible]	0,[illegible]	0,0	
Amphiroa beauvoisii	-	-	0,5	-	0,6	30	40	4	50	10	10	6,[illegible]	1,0	5,0	8,[illegible]	[illegible],1	-	-	[illegible]	1[illegible],3	4,5	81
Amphiroa fragilissima	-	-	-	-	-	-	-	10	-	+	-	[illegible],3	10	-	-	0,2	-	[illegible],0	-	3,2	1,1	31
Arthrocardia stephensonii	6[illegible]	1[illegible]	3,[illegible]	6,0	-	-	-	-	10	5,0	4,0	10	0,4	-	-	-			-	6,8	3,0	5[illegible]
Bachelotia antillarum	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	+	[illegible]	[illegible]
Bangia atropurpurea	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0,0	0,0	[illegible]
Bryopsis corymbosa	-	-	-	-	-	0,5	0,2	[illegible],3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	+	[illegible]
Bryopsis pennata	0,1	-	0,1	3,0	-	-	-	-	-	0,2	[illegible],2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,2	[illegible],1	[illegible]
Bryopsis plumosa	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-		0,4	0,5	1,0	1,0	-	-	-	[illegible]	[illegible],1	[illegible]
Callithamnion felipponei	-	3,[illegible]	-	-	-				-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	0,[illegible]	[illegible],1	[illegible]
Callithamnion uruguayense	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0,3	3,0	[illegible],1	-	-	-	0,[illegible]	[illegible],1	[illegible]
Callithamniae indeterminée	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-		[illegible],1	[illegible]	
Caulerpa fastigiata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	0,5	1,0	[illegible]	-	-	-	[illegible]	1,[illegible]	2[illegible]
Caulerpa racemosa var. *racemosa*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	60	4,0	6,[illegible]	-	-		6,[illegible]	3,1	[illegible]
Centroceras clavulatum	100	8,0	0,3	10	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0,1	0,5	11	1,6	[illegible],4	3,2	41
Ceramium brasiliense	4,0	0,4	0,5	-	-	-	-	1,0	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-		0,4	[illegible],2	[illegible]
Ceramium codii	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[illegible]	+	+	[illegible]
Ceramium diaphanum	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	6
Ceramium gracilimum var. *byssoideum*	-	-	-	-	-	-	-	[illegible]	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	[illegible]	+	+	[illegible]
Ceramium luetzelburgii	0,1	-	0,1	-		-		[illegible]	5,0	0,8	0,2	0,[illegible]	-	-	-	-	-	2,1	1,[illegible]	0,8	0,3	11
Ceramium taylori	-	0,1		-			0,1	-	10	5,0	+	1,0	-	-		+	-	40	-	1,0	0,4	41
Ceramium tenerrimum	-	-	-	10	10	2,0	0,5	-	0,4	5,0	5,0	0,3	+	-	2,0	-	-	-	20	2,2	1,0	63
Ceramium tenuissimum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	2,0	-	0,0	0,0	0
Chaetomorpha aerea	0,1	-	[illegible],1	-	-				-	-	-	-	+	-	0,1	-	+	-	-	+	+	25
Chaetomorpha antennina	-	-	-	-	-	-			-	0,5	1,0	0,4	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	19

TABELA I (CONTINUACION)

Chaetomorpha brachygona	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0,0	6
Champia compressa	0,1	-	-	0,4	-	-	-	-	30	10	6,0	1,0	-	-	+	-	-	-	-	3,0	1,3	44
Cheilosporum sagittatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	0,1	+	6
Cladophora albida	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	+	0,0	6
Cladophora coelothrix (?)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-	0,0	0,0	0
Cladophora montagneana	0,1	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	0,3	-	-	-	+	-	-	-	0,1	+	25
Cladophora rupestris	•2,0	0,4	0,4	-	0,3	2,0	5,0	6,0	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	1,0	0,4	50
Cladophora vagabunda	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1,0	1,0	4,0	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,2	25
Cladophora sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,5	0,0	0,0	0
Codium decorticatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	0,0	0,0	0
Codium intertextum	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	0,5•	10	0,0	0,0	6
Codium isthmocladum	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	+	6
Codium spongiosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	2,0	0,0	0,0	0
Coelosetra parva	8,0	6,0	2,0	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	1,3	0,6	31
Colpomenia sinuosa	2,0	-	1,0	2,0	0,4	4,0	2,0	9,0	8,0	8,0	10	5,0	-	-	2,0	0,3	2,0	0,1	-	3,4	1,5	81
Corallina officinalis	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	15	5,0	7,0	6,0	-	-	-	2,1	0,9	31
Corallinacée encroûtante indeterminée	50	100	100	100	90	90	90	90	7,0	5,0	3,0	5,0	1,0	10	10	10	70	10	40	47,6	20,5	100
Dasya brasiliensis	-	-	-	-	-	-	-	3,0	+	+	+	0,3	15	4,0	20	3,0	-	-	-	2,8	1,2	56
Dasya corymbifera	-	-	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	-	-	-	0,6	0,2	19
Dasya elongata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	20	10	6,0	-	-	-	2,9	1,2	25
Derbesia marina "stade"	-	-	1,0	-	-	2,0	0,5	0,6	-	-	+	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	38
Dermatolithon sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,0	0,0	0
Dictyota cervicornis	-	-	-	-	2,0	3,0	-	-	-	10	30	2,0	-	10	10	20	-	-	-	5,1	2,4	50
Dictyota ciliolata	-	-	-	-	-	-	-	-	40	+	+	20	-	-	-	+	-	-	-	3,8	1,6	25
Dictyota dichotoma	-	-	-	-	-	-	4,0	1,0	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	19
Dictyota partalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	30	-	-	-	4,4	1,9	13
Dictyopteris delicatula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,0	-	20	-	-	-	1,6	0,7	13
Ectocarpus fasciculatus	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	6
Enteromorpha chaetomorphoides	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0,0	6
Enteromorpha compressa	0,1	-	0,1	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	+	+	19
Enteromorpha flexuosa	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	+	+	13
Enteromorpha intestinalis	-	-	-	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	6
Enteromorpha lingulata	-	-	-	-	+	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	0,3	0,1	13
Erythrocladia subintegra	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	56
Erythrotrichia carnea	+	+	+	+	+	0,1	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	0,7	0,5	0,1	+	88
Falkenbergia hillebrandii "stade"	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	5,0	20	10	0,5	-	-	2,0	2,2	1,0	38
Feldmannia irregularis	-	-	1,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	1,0	0,5	-	-	0,2	0,1	25
Fosliella lejolisii	-	0,2	1,0	0,1	-	+	+	-	2,0	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,1	56
Gelidiella pannosa	-	-	-	-	+	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	13
Gelidiocolax pustulata	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	6
Gelidiopsis gracilis	-	-	-	-	40	5,0	10	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8	1,7	25
Gelidiopsis planicaulis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	50	0,0	0,0	0
Gelidium crinale	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	7,0	0,0	0,0	0
Gelidium pusillum	20	7,0	0,5	+	4,0	8,0	-	4,0	-	+	-	0,2	-	-	-	-	3,0	-	1,0	2,7	1,2	56
Giffordia mitchelliae	0,1	-	-	-	+	6,0	2,0	-	-	1,0	1,0	3,0	-	-	2,0	3,0	4,0	0,6	-	1,1	0,5	56
Giffordia rallsiae	-	-	-	0,3	+	-	-	-	-	1,0	1,0	1,0	-	-	0,3	-	9,0	3,0	-	0,2	0,1	78
Gigartina acicularis	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	6
Gigartina teedii	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	+	6
Goniotrichum alsidii	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0,2	+	0,0	0,0	6
Griffthsia schousboei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	0,0	0
Griffthsia tenuis	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	1,0	+	0,0	6
Gymnogongrus griffthsiae	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	+	0,0	6
Halycistis ovalis	-	-	-	-	+	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,5	-	+	+	13
Haraldia tenuis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,0	0,0	0
Herposiphonia bipinnata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	5,0	4,0	8,0	-	-	-	1,5	0,7	25
Herposiphonia tenella fa *secunda*	-	-	-	-	0,5	0,2	-	1,0	-	-	-	-	5,0	5,0	0,1	1,0	-	-	4,0	0,8	0,4	44
Herposiphonia tenella fa *tenella*	4,0	-	2,0	+	-	0,4	0,5	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,2	20	-	0,4	0,2	38
Hildenbrandia rubra	+	0,5	2,0	+	-	-	-	0,2	1,0	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-	-	0,4	0,2	56
Hypnea cervicornis	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	30	20	-	-	-	-	-	4,4	1,9	19
Hypnea musciformis	-	20	20	0,3	-	-	1,0	-	-	0,3	5,0	10	-	-	40	10	-	-	-	6,7	2,9	56
Hypnea spinella	-	-	-	-	2,0	7,0	-	-	4,0	+	-	-	-	-	-	-	-	0,2	5,0	0,9	0,4	25
Jania adhaerens	10	20	0,2	-	20	8,0	5,0	20	20	20	20	20	-	-	0,2	1,0	-	0,3	-	10,3	4,4	81
Jania capillacea	-	-	-	-	2,0	5,0	-	10	5,0	2,0	3,0	2,0	2,0	0,8	-	0,2	0,1	5,0	20	2,0	0,9	63
Kylinia crassipes	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	0,1	-	+	+	75
Laurencia obtusa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	10	2,0	0,5	10	-	-	-	1,4	0,6	25
Laurencia oliveirana	30	80	7,0	8,0	-	-	-	-	1,0	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	7,9	3,4	38
Leptonematella fasciculata	0,1	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	13
Levringia brasiliensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	13
Lobophora variegata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	-	-	-	0,5	0,2	6
Lomentaria mauritiana (?)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0,3	0,1	-	-	-	-	-	-	+	+	+	25
Lomentaria rawitscheri	+	6,0	3,0	1,0	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	0,5	31
Lophosiphonia cristata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,0	0,0	0
Padina vickersiae	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	3,0	2,0	-	-	-	-	-	-	0,6	0,4	0,2	19
Peyssonnelia boudouresquei	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	0,1	0,3	0,5	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,1	25
Phaeophyla dendroides	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,0	0,0	6
Phaeophyla viridis	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	0,4	+	+	50
Phaeophycée encroûtante indeterminée	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,0	0,0	0
Plocamium brasiliense	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	2,0	-	-	+	-	-	0,2	0,1	13
Polysiphonia decussata	-	-	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	13
Polysiphonia eastwoodae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	2,0	0,0	0,0	0
Polysiphonia ferulacea	-	0,4	0,3	+	1,0	20	30	6,0	0,2	0,3	0,3	-	-	-	-	-	20	0,3	20	3,7	1,6	63
Polysiphonia flaccidissima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	10	0,0	0,0	0
Polysiphonia scopulorum var. *villum*	2,0	-	0,5	-	4,0	1,0	2,0	8,0	0,2	0,2	0,2	0,3	-	2,0	-	10	-	-	-	1,9	0,8	75
Porolithon sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	-	0,0	0,0	0
Porphyra leucosticta	-	+	+	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	19
Porphyra pujalsii	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	6
Protectocarpus speciosus	-	0,1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	13
Pterocladia capillacea	-	40	100	80	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.8	6,0	25
Pterosiphonia parasitica var. *australis*	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	+	+	13
Ralfsia expansa	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,2	13
Sargassum furcatum	0,5	-	2,0	1,0	-	-	-	-	50	50	50	60	-	-	-	8,0	9,0	-	-	13,9	6,0	50
Sphacelaria brachygonia	-	4,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	13
Sphacelaria furcigera	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,3	1,0	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	25
Sphacelaria nova-hollandiae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-	0,0	0,0	0
Sphacelaria tribuloides	-	-	-	-	+	0,2	0,5	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	25
Sphacelaria sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	1,0	0,0	0,0	0
Spyridia hypnoides	-	-	-	-	-	0,8	-	6,0	-	-	-	-	10	-	-	1,0	-	-	-	1,1	0,5	25
Streblocladia corymbifera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	0,0	0,0	0
Ulva fasciata	1,0	-	-	30	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	0,2	-	1,0	-	-	2,0	0,9	25
Ulva rigida	-	-	4,0	20	1,0	2,0	90	90	-	-	+	1,0	-	-	-	-	0,4	-	-	13,0	5,6	50
Valonia sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0.0	0,0	0
Wrangelia argus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	2,0	8,0	1,0	-	-	-	1,0	0,1	25
Wudermannia miniata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	0,0	0,0	0

TABELA II.- Parámetros analiticos para os 19 relevés (T = número total de espécies, Rt = recobrimento total, H' = diversidade específica, J = equitabilidade, dG = densidade de reprodução).

	1A	1H	1P	1E	6A	6H	6P	6E	16A	16H	16P	16E	14A	14H	14P	14E	1E1	17E2	17E3
T	31	24	39	33	27	30	29	35	29	37	38	42	24	24	33	36	30	33	36
Rt	300	306	256	289	179	205	299	340	247	137	157	163	274	191	151	230	192	122	282
H'	2.82	2.80	2.33	2.75	2.28	3.04	2.76	3.29	3.28	3.21	3.26	3.38	3.65	3.31	3.68	3.95	3.22	3.39	3.72
J	0.57	0.61	0.44	0.54	0.48	0.62	0.57	0.64	0.68	0.62	0.62	0.63	0.80	0.72	0.73	0.76	0.66	0.67	0.72
dG	2.67	4.05	3.63	4.42	2.02	1.68	3.07	1.81	3.72	5.51	4.12	3.67	1.29	3.99	1.07	2.22	2.14	1.04	0.44

Relevés da franja infralitoral (profundidade entre 0 e 1 m).

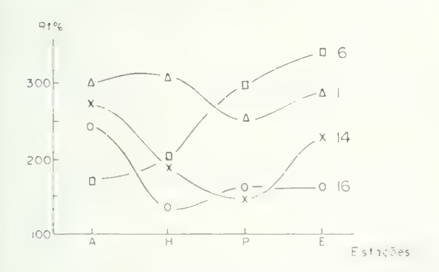


Figura 2.- Variação sazonal do recobrimento total (Rt) nas 4 estações de coleta (1, 6, 14 e 16).

Composição e recobrimento total (Fig. 2).

O número de espécies por relevé varia entre 24 e 42. De maneira geral, este número é máximo nos relevés de verão (entre 35 e 42 espécies), com excessão do relevé 1P (Punta da Cabeça), mais rico na primavera (39 espécies).

A composição específica dos relevé parece relativamente estavel ao longo do ano. Quantitativamente porem ocorrem variações sazonais nítidas do recobrimento total (Rt). Essas variações são de amplitude variavel de acordo com o ponto de coleta, a proliferação e o desaparecimento de determinadas algas.

De maneira geral, o recobrimento total da cobertura vegetal varia entre 137% (relevé 16 H) e 340% (relevé 6E) com populações bem estruturadas, compostas de numerosas estratas: incrustantes, cespitosas, erectas e epífitas, e dominadas por 3 ordens de Florideophyceae; Ceramiales (27 espécies), Cryptonemiales (11 espécies) e Gigartinales (8 espécies) (Tabela I).

A representação esquematizada das figuras 3, 4, 5 e 6, visualisa a evolução da estrutura populacional entre os 4 periodos do ano, nas 4 estações de coleta.

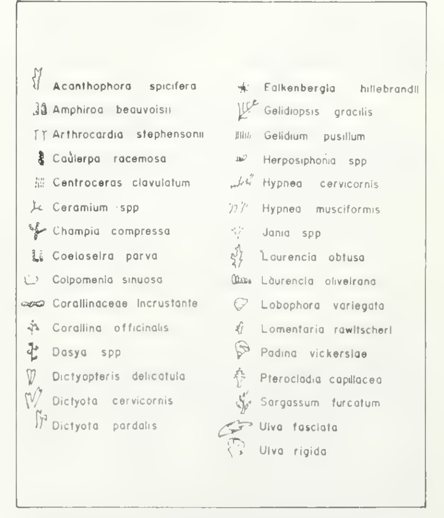


Figura 3.- Legenda das figuras 4, 5, 6 e 7: representação esquemática das espécies presentes nos relevés.

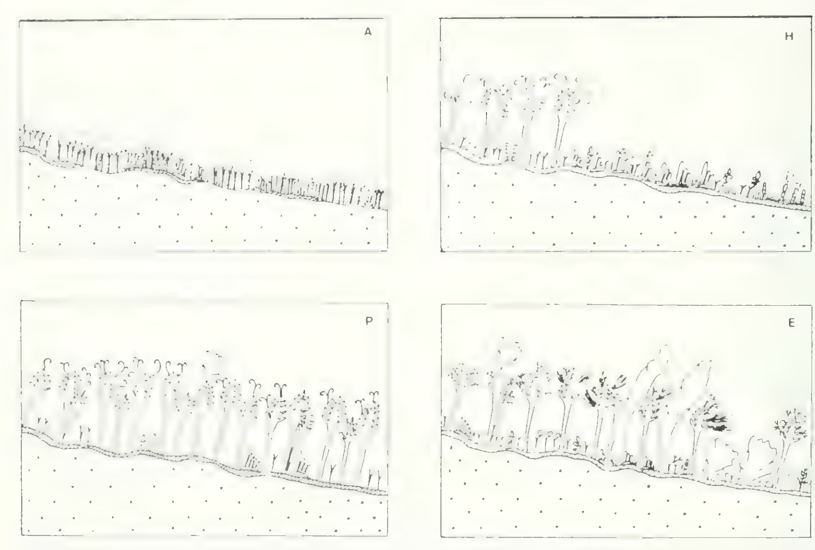


Figura 4.- Relevé fitosociológico da estação 1 (Ponta da Cabeça). Representação esquemática das populações com espécies dominantes, nas 4 estações do ano (A = autono, H = inverno, P = primavera e E = verão).

Figura 5.- Relevé fitosociológico da estação 6 (Prainha). Representação esquemática das populações com espécies dominantes, nas 4 estações do ano (A = outono, H = inverno, P = primavera e E = verão)

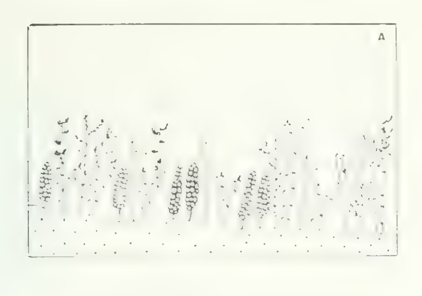








Figura 6.- Relevé fitosociológico da estação 14 (Praia Rasa). Representação esquemática das populações com espécies dominantes, nas 4 estações do ano (A = outono, H = inverno, P = primavera e E = verao).

Na estação Prainha (6), Rt duplica entre o outono (179%) e o verão (340%) em razão do forte desenvolvimento de *Ulva rigida* e de *Amphiroa fragilissima*.

A Praia Rasa também (14), a variação sazonal de Rt é bem marcada entre os valores mínimos de inverno e primavera (191 e 151%), e máximos de outono e verão (274 e 230%).

O recobrimento total mais estavel do ponto de vista sazonal é o de Ponta de Cabeça (1) que se mantem sempre alto (mais de 250%), no outono com *Centroceras clavulatum* (Ri = 100%), no inverno com Laurencia oliveirana (Ri = 80%) e na primavera-verão como a população de *Pterocladia capillacea* (Ri = 80 a 100%).

A Ponta Leste (16), Rt é importante apenas no outono graça a *Amphiroa beauvoisii* (Ri = 50%), *Champia compressa* (Ri = 30%) e *Dictyota ciliolata* (Ri = 40%). Nota-se que *Sargassum furcatum* (Ri = 50%) e *Jania adhaerens* (Ri = 20%) tem uma presença constante.

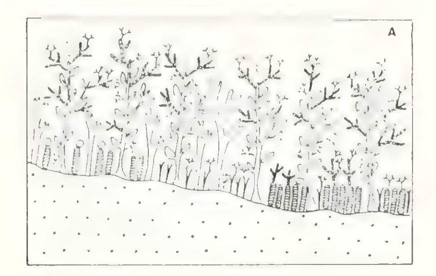
Diversidade específica (H') e Equitabilidade (J) (Fig. 7).

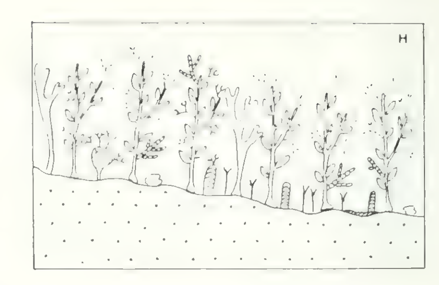
A diversidade específica calculada para cada relevé varia entre 2,28 na estação Prainha (6 A) e 3,95 na estação Praia Rasa (14E). De maneira geral, H' é baixo nos 4 relevés da estação Ponta da Cabeca (1A, 1H, 1P e 1E), com menos de 3,0. Em Ponta Leste (16) a diversidade se mantem elevada (3,21 a 3,38), assim como a Praia Rasa (14) (3,31 a 3,95).

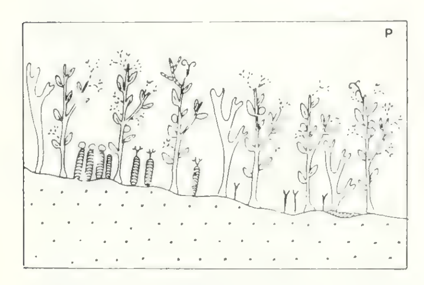
A equitabilidade segue as variações da diversidade (entre 0,44 e 0,80). Os valores elevados deste índice traduzem populações bem diferenciadas e em equilíbrio (Verlaque et al., 1981). E o caso das estações Ponta Leste (16) e Praia Rasa (14) com uma equitabilidade sempre superiora a 0,60.

Densidade de reprodução (dG) (Fig. 8).

Os valores da densidade de reproduçao (dG) variam respectivamente de 1,07 em Praia Rasa (14P) até 4,42 em Ponta da Cabeça (1E). A densidade de reprodução média é de 2,93 para o conjunto dos relevés. Valores superiores a 3,0 foram encontrados em Ponta da Cabeça (1H = 4,05 e 1P = 3,63), Prainha (6P = 3,07), Ponta Leste (16A = 3,69, 16H = 3,51 16P = 4,12 e 16E = 3,67) e Praia Rasa (14H = 3,59).







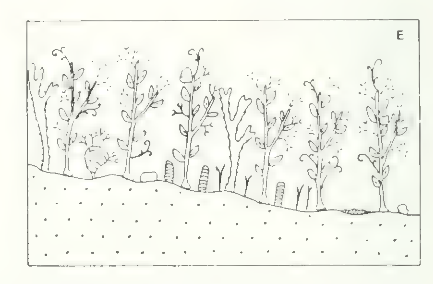


Figura 7.- Relevé fitosociológico da estação 16 (Ponta Leste) Representação esquemática das populações como espécies dominantes, nas 4 estações do ano (A = autono, H = inverno, P = primavera e E = verão)

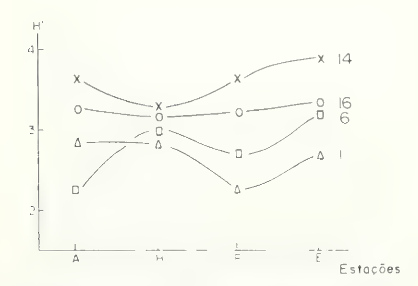


Figura 8.- Variação sazonal da diversidade especifica (H') nas estações 1, 6, 14 e 16.

A forte densidade de reprodução (dG = 4,22) encontrada em Ponta de Cabeça no verão (relevé 1E) é explicada pela presença e a fertilidade de espécies sazonais de afinidade temperada, tais como *Acinetospora crinita*, *Arthrocladia stephensonii*, *Ectocarpus fasciculatus* e *Porphyra leucosticta*, e pelo fato que *Pterocladia capillacea*, portadora de tetrasporângios o ano todo (Oliveira Filho e Sazima, 1973) alcança 80% de recobrimento neste relevé. No inverno nesta mesma estação (1H), a densidade de reprodução (dG = 4,05) é devida a *Laurencia oliveirana* (Ri = 80%) portadora de tetrasporângios nesta época, e a *Pterocladia capillacea* (Ri = 40%). Embora o recobrimento desta espécie esteja máxima na primavera (1P, Ri = 100%), o valor de dG é inferior (3,63) nesta época, pois a maioria das outras espécies não é fertil.

As populações de Praia Rasa tem uma densidade de reprodução máxima no inverno (3,99), em consequência da dominância de espécies de afinidade quente, ferteis: Caulerpa racemosa, Falkenbergia hilldebrandii, *Hypnea cervicornis*, *Herposiphonia bipinnata* e *Dasya brasiliensis*.

Na estação Prainha, na primavera (6P), são *Ulva rigida* (Ri = 90%), *Amphiroa beauvoisii* (Ri = 40%), *Polysiphonia ferulacea* (Ri = 30%) e *Lomentaria rawitscheri* (Ri = 10%) as responsáveis do máximo de densidade de reprodução (dG = 3,07).

A população mais estavel em relação a dG (3,51 a 4,12) é a de Ponta Leste, onde *Sargassum*

furcatum tem um papel importante com seus ramos férteis o ano todo.

Em termos gerals, constata-se que dG é sempre relativamente elevado, sem nenhuma estaçao do ano bem marcada (exceto em Praia Rasa, 14P), comparativamente ao mar Mediterraneo onde dG pode ser quase nulo em certas estações (Verlaque et al. 1981).

Relevés infralitorais (de 1,5 a 3,0 m).

A maioria das espécies características do nivel infralitoral, é comum a estes relevés mais profundos, como também as populaçoes da franja infralitoral. Entretanto, algumas espécies tais como *Haraldia tenuis*, *Lophosiphonia cristata* e uma Pheophyceae incrustante nao-determinada, *Sphacelaria* sp., *Streblocladia corymbifera*, *Valonia* sp., foram coletadas apenas nestes relevé mais profundos. Estas últimas sao formas cespitosas, curtas (menos de 0,5 cm de altura), crescendo em cima da estrata incrustante de *Porolithon* sp. e *Dermatolithon* sp.

A densidade de reprodução é maior em Ponta da Cabeça (1E1, dG = 2,14), do que em Maramutá (17E2 com dG = 1,04 e 17E3 com dG = O,44). Boudouresque et al. (1980) observaram uma tal diminuição em função da profundidade, no porto de Port Vendres (Mediterraneo, França). Entretanto, nossos dados são, ainda insuficientes para confirmar com certeza esta tendência.

Os parâmetros sintéticos

A Presença

Quatorze espécies apenas estão presentes apenas em mais de 50% dos relevés. Excetuando as Corallinaceas incrustantes (100%), que incluem certamente um grande número de espécies não identificadas, as algas mais frequentes são as pequenas epífitas filamentosas: *Erythrotrichia carnea* (88%). *Kylinia crassipes* (75%), *Polysiphonia ferulacea* (75%), *P. scopulorum* var. *villum* (63%) e *Phaeophila viridis 50%).*

A espécie Colpomenia sinuosa que é uma epífita ocasional, tem um índice de presença elevado (81%). Entre outras espécies citaremos: *Amphiroa beauvoisii* (81%), *Jania adhaerens* (81%), *Jania capillacea* (63%), *Gelidium pusillum* (56%) e *Arthrocladia stephensonii* (56%).

O recobrimento médio (Ri) e a dominância quantitativa (DR).

No conjunto dos 16 relevés da franja infralitoral, as Corallináceas incrustantes tem o mais forte recobrimento (Ri = 47,6%, DR = 20,5%), seguidas por *Sargassum furcatum* (13,9% e 6%) e *Pterocladia capillacea* (13,8% e 6%), *Ulva rigida* (13 e 5,6%), *Amphiroa beauvoisii* (10,3 e 4,5%), *Jania adhaerens* (10,3 e 4,4%), *Laurencia oliveirana* (7,9 e 3,4%), *Centroceras clavulatum* (7,4 e 2,9%), *Hypnea musciformis* (6,7 e 2,9%) e *Acanthophora spicifera* (6,7 e 2,9%).

Comparação entre relevés. Dendrogramas (Fig. 9).

Os 19 relevés foram comparados por meio da análise multivariada de agrupamento, a partir dos dados de presença-ausência e de recobrimento. A classificação hierárquica foi estabelecida utilisando diversos coeficientes de associação: coeficientes de similaridade de Sorensen e de Czekanowski, coeficiente de correlação de "rank" de Spearman e coeficiente de correlação linear de Pearson (Fig. 9).

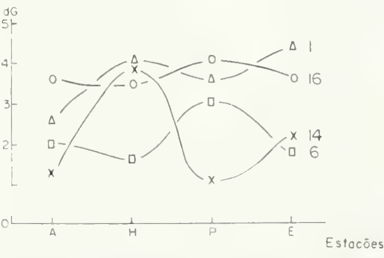


Figura 9.- Variação sazonal da densidade de reproducão (dG) nas estações 1, 6, 14 e 16

De maneira global, observamos a formaçao de grupos bem individualisados, correspondendo a cada uma das 4 estações superficiais (1 = Ponta da Cabeça, 6 = Prainha, 16 = Ponta Leste e 14 = Praia Rasa), e ao grupo dos relevés infralitorais mais profundos (1E1, 17E2, 17E3).

Esta estrutura mostra que as variações sazonais não são suficientes para superar o efeito do fator estacional (diferenças entre locais de coleta) sobre a composição e o recobrimento algal.

Dos 4 coeficientes de associação utilizados, os 3 primeiros (Sorensen, Czekanowski e Spear-

man) proporcionam respostas idênticas, enquanto que o coeficiente de Pearson e a transformação angular aplicada aos dados desorganisam totalmente a estrutura evidênciada pelos 3 outros. Este fato poderia significar que esta estrutura evidenciada não é tão sólida quanto esperado. E provavel que qualquer alteração, a menor que seja, das condições ambientais (poluição, variações da ressurgência), seria capaz de modificar as características florísticas do sistema. Não devemos entretanto esquecer que o coeficiente de Pearson refleta unicamente a grau de linearidades das relações, e que sua interpretação deve ser feita com as devidas reservas, os processos em jogos nos sistemas ecológicos raramente obedecendo a este modelo matemático.

Análise fatorial das correspondências

Identificação dos fatores (Fig. 10).

O primeiro eixo (15,4% da variância explicada) ordena os relevés, dos mais profundos (17E2 e 17E3) aos mais superficiais (os de Praia Rasa) e pode ser identificado ao fator batimétrico.

O segundo eixo (13,8%) opõe os relevés de Praia Rasa (14) e Maramutá (17), aos de Ponta da Cabeça (1H, 1P e 1E). Este fator pode ser identificado como "influência das subidas de água fria", que são intensas e quase permanentes na estação Ponta da Cabeça (1) intermitentes a Prainha (6) e Ponta Leste (16), nulas ou raras em Praia Rasa (14) e Maramutá (17).

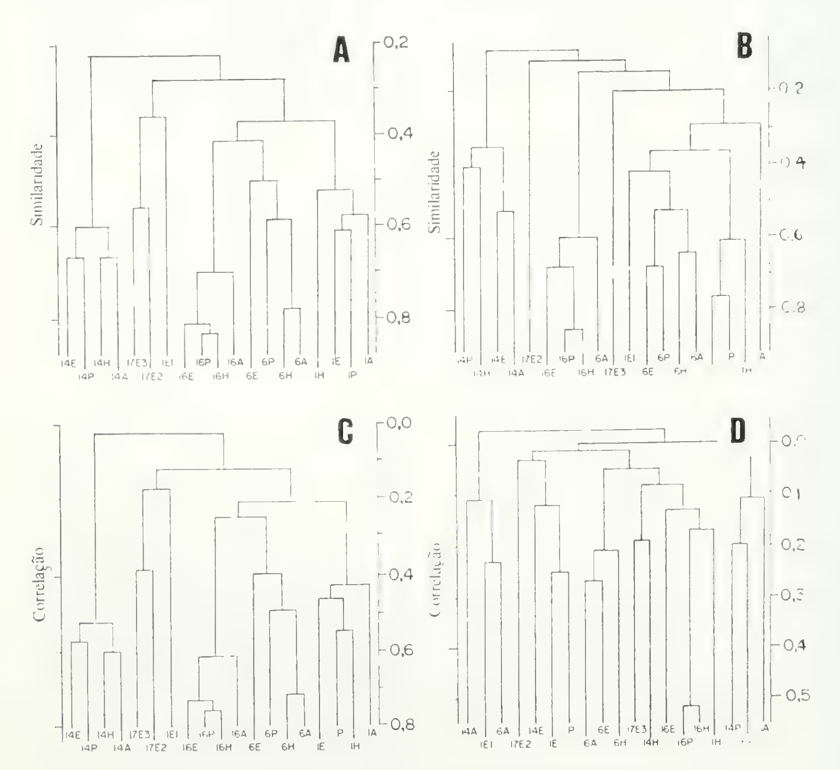


Figura 10.- Estudo comparativo dos relevés por método de agrupamento. Dendrograma traçado a partir dos coeficientes de Sorensen (A), Czekanowski (B), Spearman (C) e Pearson (D)

Grupos de espécies

A representação das espécies no plano fatorial I—II (Fig. 11) mostra nuvens de pontos que coincidem com os 3 grupos de relevés: Maramutá, Praia Rasa e Ponta de Cabeça. Esses grupos de espécies são suscetiveis de caraterizar certas fitocenoses, que nós podemos esquematisar como

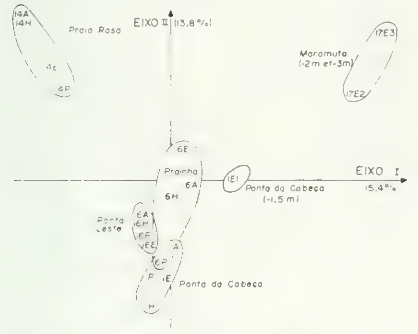


Figura 11. Análise fatorial de correspondências sobre os dados de recobrimento: projeção dos relevés no plano fatorial I-II (vide código dos relevés no parágrafo "metodologia").

hipótese de trabalho, sem entretanto aprofundirmos—nos, em razão da insuficiência desses resultados preliminares:

a) espécies fotófilas da franja infralitoral, de modo calmo e afinidade quente (Praia Rasa): *Dictyota pardalis*, *Dictyopteris delicatula*, *Caulerpa fastigiata*, *Caulerpa racemosa*, *Dasya elongata*, *Acanthophora spicifera*, *Lobophora variegata* e *Wrangelia argus*.

b) espécies fotófilas do infralitoral de modo calmo e afinidade quente (Maramutá):(*Cladophora* sp., *Valonia* sp., *Sphacelaria novahollandiae*, *Sphacelaria* sp., Phaeophyceae incrustante nao determinada, *Wurdemmania miniata*, *Gelidium crinale*, *Amphiroa brasiliana*, *Dermatolithon* sp., *Porolithon* sp., *Gelidiopsis planicaulis*, *Ceramium tenuissimum*, *Griffitsia schousbouei*, *Haraldia tenuis*, *Lophosiphonia cristata*, *Polysiphonia eastwoodae* e *Polysiphonia flaccidissima*.

c) espécies fotófilas da franja infralitoral de modo batido e afinidade fria (Ponta da Cabeça): *Acinetospora crinita* "stadium", *Leptonematella fasciculata*, *Ectocarpus fasciculatus*, *Protectocarpus speciosus*, *Porphyra leucosticta*, *Gelidiocolax pustulata*, *Polysiphonia decussata*, *Laurencia oliveirana* e *Bangia atropurpurea*.

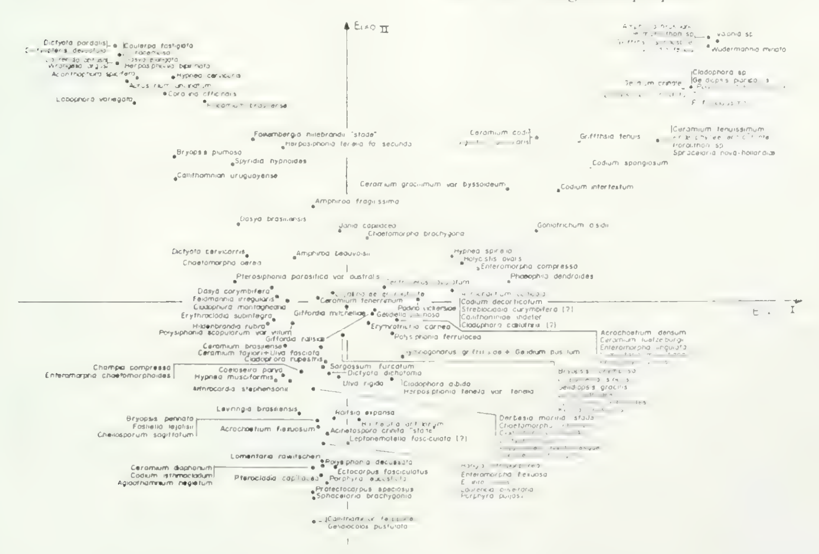


Figura 12.- Análise fatorial das correspondências sobre dados de recobrimento. Projeção das espécies no plano fatorial I-II.

Esses grupos de espécies, estatisticamente li gadas entreeles, e com um certo número de fatores ecológicos, evidenciados pela análise, são, na realidade, parte de um "continuum" multidimensional com grande densidade de espécies (segundo o conceito de "nodum" utilisado por Boudouresque, 1971b). Este "continuum" é aqui ilustrado pelo conjunto dos outros pontos dispersos no centro do plano e que fazem a junção entre este 3 grupos. A maioria dessas espécies coincide com os relevés Prainha + Ponta Leste, estações consideradas intermediarias do ponto de vista da influência da resurgência.

CONCLUSÕES

A comparação de nossos resultados com os de outros lugares é dificil, senão impossivel em razão da ausência quase total de estudos utilizando o mesmo protocolo metodológico. Temos apenas a nossa disposição os trabalhos realizados no mar Mediterraneo.

Do ponto de vista quantitativo, o recobrimento algal do substrato pode ser considerado bastante denso (137 ate 340%), levando em conta a latitude de Cabo Frio. E apenas uma impressão que temos em razão da ausência de trabalhos deste tipo no Brasil; de nosso conhecimento, somente Carvalho (1983) tem realizado no nordeste do Brasil (Estado da Paraiba), coletas do mesmo tipo mas sem considerar as sub-estrata (Rt sempre igual a 100%), o que torna impossivel uma comparação.

O número de espécies por relevé de 400 cm² pode parecer tambem alto (24 a 42), mas ele é longe de alcançar os valores mencionados no mar Mediterraneo por Coppejans et Boudouresque (1975) (109 espécies). Verlaque et al. (1981) (117 espécies), com excessão do litoral Egipcio onde Campos Villaca et al., (1985) encontraram somente 7 a 13 espécies nas mesmas condições de trabalho.

A Curaçao (Antilhas Holandesas), Hoek (1969) menciona uma vegetação algal quantitativamente pobre; com excessao de uma abundância da alga incrustante *Porolithon pachydermum*, este autor observa uma vegetação escassa mas diversificada de espécies cespitosas. E o que temos encontrado no biótopo dos corais hermatípicos da estação Ponta de Maramutá (17).

Os índices de diversidade específica e equitabilidade da região, de Cabo Frio são relativamente altos (70% dos valores superiores a 3,00 e 0,6 respectivamente) comparativamente aos dados dos autores que utilizaram a mesma metodologia (Marcot-Coqueugniot et al., 1983). Estes fortes índices traduzem geralmente populações bem diferenciadas e em equilibrio (Verlaque et al., 1981).

O estudo fitosociológico das populações algais superficiais da região de Cabo Frio confirmou a nitida influência da frequência e da intensidade do fenômeno de ressurgência. Ele evidenciou a importância do fator batimétrico e mostrou que o fator sazonal, apesar da importância das variações temporais observadas, é totalmente dominado pelos efeitos dos outros fatores.

Seria conveniente aumentar o numero de relevés para poder descrever realmente as fitocenoses que ocupam os diversos biótopos existentes na região de Cabo Frio, e comparar essas fitocenoses com as fitocenoses das regiões vizinhas. Condideramos, enfim, que os proximos estudos deverão levar em conta a presença, as vezes abundante, dos herbívoros (peixes e ouriços) que parecem constituir um fator importante no controle das populações algais da reigião (Boudouresque et Yoneshigue, 1983).

AGRADECIMIENTOS

Trabalho subvencionado parcialmente pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, bolsas 302326 -76/Oc e 300085 -83/Oc para os respectivos autores). Agradecemos a colaboração do Professor C.F. Boudouresque da Universidade de Marseille-Luminy, França).

BIBLIOGRAFIA

AUSTIN, M.P. 1985. Continuum concept, ordination methods and niche theory. Ann. Rev. Ecol. Syst. 16:39-61.

BENZECRI, J.P. 1973. L' analyse des données. 2. L' analyse des correspondences. Dunod. Paris, 619 pp.

BLANC, F. et BOUDOURESQUE, C.F. 1970. Signification des peuplements précorraligènes de Méditerranée par l' analyse factorielle en facteurs principaux. C. R. Acad. Sci., Paris, 271:493-496.

BOUDOURESQUE, C.F. 1971a. Méthodes d' études qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). Téthis, Marseille, 3(1):79—104.

BOUDOURESQUE, C.F. 1971b. Le concept de nodum en bionomie et sa généralisation. C.R. Acad. Sci., Paris, 272:1260—1263.

BOUDOURESQUE, C.F. 1973. Recherches de bionomie analytique structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). Le peuplement sciaphile de mode relativement calme sur substrats durs. Bull. Mus. Hist. nat., Marseille, 33:147-225.

BOUDOURESQUE, C.F. et BELSHER, T. 1979. Le peuplement algal du port de Port—Vendres. Recherches sur l' aire minimale qualitative. Cah. Biol. mar., France, 20:259—269.

BOUDOURESQUE, C.F. et CINELLI, F. 1971. Le peuplement algal des biotopes sciaphiles superficiels de mode battu de l' île de Ischia (Golfe de Naples, Italie). Publ. Staz. Zool., Napoli, Italie, 39:1—43.

BOUDOURESQUE, C.F. et CINELLI, F. 1976. Le peuplement algal des biotopes sciaphiles superficiels de mode battu en Méditerranée occidentale. Publ. Staz. Zool., Napoli, Italie, 40:443—459.

BOUDOURESQUE, C.F., MARCOT—COQUEUGNIOT, J., NEDELEC, H., PERET-BOUDOURESQUE, M. et BELSHER, T. 1980. Les phytobenthos d' un port méditerranéen Port—Vendres. 105 ieme Congrés Nacional des Sociétés Savantes, Caen, France, Sciences, 3:261—273.

BOUDOURESQUE, C.F. et YONESHIGUE, Y. 1983. Données préliminaires sur le régime alimentaire de quelques échinoides réguliers de la région de Cabo Frio (RJ, Brésil). Symbioses, France, 15(4):224—226.

CAMPOS—VILLAÇA, R., BERGIN, F., BOUDOURESQUE, C.F. et THELIN, I. 1985. Le benthos littoral d' El Dabaa (Méditerranée, Egypte). III — Les peuplements photophiles de substrat dur. Rapp. Proc, verb., Réun. Comiss. Intern. Expl. Mer Méditerr., France, 29(5):249—252.

CARVALHO, F.A.F. 1983. Bionomia bêntica do complexo recifal do Estado de Paraiba, com énfase nas macrófitas. Tese Dout. Ciên, Univ. São Paulo, Brasil, 184 pp.

COPPEJANS, E. 1977. Bijdrage tot de studie van de Wierpopulaties (Chlorophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae) van het fotofiel infralittoral in het noordwestelijik mediterraan bekken, 1—3. Thése Sci. nat. Univ. Gent. Belgique.

COPPEJANS, E. et BOUDOURESQUE, C.F. 1975. Sur la richesse floristique de certains peuplements photophiles infralittoraux de Port-Cros (Var, France). Rapp. Proc. verb., Réun. Comiss. Intern. Expl. Mer Méditerr., France, 24:143—144.

DAVIS, J.C. 1973. Statistics and data analysis in geology. J. Wiley e Sons. Inc. N.Y., London, Sydney, Toronto

DHONDT, F. 1976. Minimuma reaalstudie van wiervegetaties op Rotskusten te Port—Cros en Banyuls. Thése Licence. Univ. Gent. Belgique: 1—64.

DIGBY, P.G.N. and KEMPTON, R.A. 1987. Multivariate analysis of ecological communities. Chapman and Hall (Eds.), London, N. York, 206 pp.

HOEK, C. VAN DEN. 1969. Algal vegetation—types along the open coasts of Curaçao, Netherlands Antilles, I—II. Proc. Kon. Ned. Akad. Wtensch, The Netherland, ser. C—72:537—577.

LEBART, L. et FENELON, J.P. 1971. Statistique et informatique appliquées. Dunod, Paris, 426 pp.

LEGENDRE, L. et LEGENDRE, P. 1979. Ecologie numérique T2. La structure des données écologiques. Coll. Ecologie 13, Masson, Paris, Les Presses de l' Univ. du Québec, 323 pp.

MAGGS, C.A., MILNER, A.A., WATTS, W. et WHITLE, M.R. 1979. The Oxford Diving Expedition to Cabo Frio, Brazil. Bull. Oxf. Univ. Explor: Club, New Ser., 4:13—40.

MARCOT—COQUEUGNIOT, J., BOUDOURESQUE, C.F. et KNOEPFFLER, M. 1983. Le phytobenthos de la frange infralittorale dans le port de Port—Vendres (Pyrénées orientales, France). Première partie. Vie et Milieu, France, 33(3/4):161—169.

OLIVEIRA-FILHO, E.C. de 1977. Algas marinhas bentônicas do Brasil. Tese Livre Docência, Univ. São Paulo, Brasil, 407 pp.

OLIVEIRA-FILHO, E.C. e SAZIMA, I.P. 1973. Estudos sôbre a biolohia das algas agarófitas. I- recolonização, brotamento e fenologia em populações naturais de *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta, Gelidiaceae). Bolm. Zool. Mar., N.S., São Paulo, Brasil, 30:677—690.

TAYLOR, W.R. 1931. A synopsis of the marine algae of Brazil. Rev. Algol., France, 5(3—4):279—313.

TITTLEY, I. and SHAW, K.M. 1980. Numerical and fiels methods in the study of marine flora of Chalk Cliffs. In: The shore environments I. Methods, 214—239, J.H. Price, D.E.G. Irvine and W.F. Farnham (Eds.), Academic Press, London, 321 pp.

VALENTIN, J.L. 1984. Analyse des paramètres hydrobiologiques dans la remontée de Cabo Frio, Brésil. Mar. Biol., 82:259—276.

VERLAQUE, M., GIRAND, G. et BOUDOURESQUE, C.F. 1981. Le phytobenthos de la zone de décollement de la tâche thermique d' une centrale électrique méditerranée. Botanica marina, 24:69—87.

YONESHIGUE—BRAGA, Y. 1977. *Pseudendoclonium marinum* (Reinke) Aleem et Schulz, a first reported ocurrence for South America. Phycologia, Canada, 16(1):113—118.

YONESHIGUE, Y. e OLIVEIRA, E.C. de 1984. Algae from Cabo Frio upwelling area 2. *Gelidiocolax pustulata* (Gelidiaceae, Rhodophyta): an unusual new putative parasitic species. J. Phycol., USA, 20(3):440—445.

YONESHIQUE, Y. e OLIVEIRA FIGUEIREDO, M.A. 1983. Flore marine de la région de Cabo Frio (Brésil): Ectocarpaceae (Phaeophyta) nouvelles pou la côte brésilienne. Vie et Milieu, France 39 (3/4):181—190.

YONESHIQUE, Y. 1985. Taxonomie et Ecologie des Algues Marines dans la région de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Brésil). Tese Docteur d'Etat—Sciences. Faculté des Sciences de Luminy. Université d'Aix—Marseille II, France, 466 pp.

Gayana, Bot. 45 (1-4):77-82, 1988

ISSN 0016-5301

EVALUACION DEL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DESTINADAS AL CULTIVO DE *GRACILARIA* SP. (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE) EN CHILE

EVALUATION OF THE DEVELOPMENT OF THE FISHING ACTIVITIES DEALING WITH THE CULTIVATION OF GRACILARIA *SP. (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE) IN CHILE*

Francisco Ponce M.*

RESUMEN

Se analiza desde el punto de vista administrativo el desarrollo de las actividades pesqueras destinadas al cultivo de algas del género *Gracilaria* Greville, 1830 en el período 1979-1987.

La información utilizada corresponde a solicitudes presentadas por el sector privado para iniciar actividades pesqueras de cultivo, resoluciones emitidas por la autoridad pesquera, concesiones otorgadas por la autoridad marítima, antecedentes de operación y producción de los centros de cultivo y estadísticas de exportación de *Gracilaria* y producción de derivados.

Los resultados muestran que esta actividad productiva ha tenido un fuerte incremento, especialmente en los dos últimos años. De tal forma, que la producción de las superficies de fondo de mar concesionadas actualmente, podrían en el mediano plazo suplir el descenso de la producción de las praderas naturales, manteniéndose de esta forma los niveles históricos de desembarque.

ABSTRACT

The development of fishing activities dealing with the cultivation of algae of the genus *Gracilaria* Greville, 1830 during the period 1979-1987, is analysed from the administrative point of view.

The information used correspond to applications made by the private sector to initiate culture fishing activities, resolutions of the fishing authority, concessions of the maritime authority, antecedents on operation and production of culture centers and exports statistics of *Gracilaria* and production of derivatives.

The results reveal a strong increment of the productive activity, mainly during 1986-1987. Thus, the concession of sea botton surfaces by the fishing authority could supply the production decrease of natural algal beds, and, thereby, maintain the historical levels of landing.

KEYWORDS: *Gracilaria*, cultivation development, sea bottom concession, statistics.

INTRODUCCION

Las actividades pesqueras destinadas al cultivo de *Gracilaria sp.* constituyen una experiencia relativamente nueva en Chile. El primer esfuerzo orientado hacia la obtención de algares artificiales se efectuó en la localidad de Bahía Inglesa, III Región, en el ámbito de un proyecto desarrollado por la Universidad de Conceción en convenio con el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), en el período 1967-1969 (Kim et al., 1969).

Los resultados preliminares obtenidos en esas experiencias fueron constatados años más tarde (1975) y constituyeron un incentivo para

*Subsecretaría de Pesca
Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
Santiago — Chile

que el sector privado se arriesgase en este tipo de empresa. Es así como en el año 1976; se presentan las primeras solicitudes al Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para cultivar este recurso.

En el año 1976, se creó la Subsecretaría de Pesca en el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción (Decreto Ley N° 1626, de 1976), asignándole en 1978 (Decreto Ley N° 2442, de 1978) la responsabilidad de pronunciarse, mediante resolución, sobre las solicitudes de permisos para instalación de establecimientos de cultivo. Dicha Secretaría de Estado comienza a emitir resoluciones al respecto a partir de 1979, con la misión de agilizar el procedimiento burocrático atingente a las solicitudes destinadas a iniciar actividades pesqueras, las que eran poco expeditas debido a que la reglamentación existente en esa fecha en materias de industrias pesqueras y establecimientos de cultivo de recursos acuícolas, contenían exigencias de informes y documentos que entrababan la tramitación de las autorizaciones. Con la promulgación del Decreto Supremo N° 175, de 1980 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción que reglamenta las actividades pesqueras, se imprime un mayor dinamismo al sector, simplificando la tramitación burocrática.

Como consecuencia del interés nacional en desarrollar el cultivo de *Gracilaria* y la necesidad del Estado de administrar los algares silvestres, se promueve una serie de investigaciones sobre diferentes aspectos del cultivo de este recurso y de la dinámica productiva de los algares silvestres. Esto proporciona un mayor nivel de información que permite al sector privado visualizar la factibilidad de producir *Gracilaria* en cultivos de gran escala, Fonck, (1979); Santelices y Fonck (1979); Ramírez et al. (1980); Wilkomirsky (1980); Black y Fonck (1981); ESPES Ltda. (1980) y (1982); PRODEMAR (1983 a y b); P. Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano (1983); Barrales y Pizarro (1984); Gutiérrez (1984); Santa Cruz (1985); Pizarro (1986); y Alveal (1986), entre otros. También constituyó un fuerte incentivo para ingresar a la actividad de cultivo la disminución de la oferta de *Gracilaria* proveniente de algares silvestres, agotados por un proceso de sobreexplotación; el incremento del precio alcanzado en las transacciones en playa (el que ascendió desde $ 1/Kg de alga fresca en 1979 a $ 30/Kg alga fresca en 1987) y los créditos otorgados por el Fondo de Desarrollo Productivo de la Corporación de Fomento de la Producción e Instituciones financieras privadas.

El presente escrito entrega una visión, desde el punto de vista administrativo, del desarrollo de las actividades pesqueras destinadas al cultivo de *Gracilaria sp.* en el período 1979-1987.

METODO

Se utiliza como fuente de información las solicitudes presentadas por el sector privado para iniciar actividades pesqueras de cultivo de *Gracilaria*, las resoluciones emitidas sobre esta materia por la autoridad pesquera, concesiones otorgadas por la autoridad marítima para estos efectos, antecedentes regionales de operación y producción de los centros de cultivo y estadísticas de exportación nacional de *Gracilaria* y producción de derivados. Las solicitudes son consideradas como indicadores del interés demostrado por el sector privado en ingresar a esta actividad, las autorizaciones y concesiones se plantean como indicadores de las expectativas empresariales del país en la actividad y los antecedentes de los centros de cultivo se consideran como indicadores de la eficacia demostrada por el sector empresarial.

Las exportaciones de *Gracilaria* fueron obtenidas de los Boletines publicados por la Oficina de Planificación Agrícola (ODEPA) para el período 1979-1987 (agosto) y los registros de exportación publicados por el Servicio Nacional de Aduana (1987) y la producción de derivados (agar-agar y colagar) se obtuvo de los anuarios estadísticos de pesca, publicados por el Servicio Nacional de Pesca.

La producción nacional de *Gracilaria* fue estimada a partir de las estadísticas de producción de agar-agar y colagar y de las exportaciones de alga seca, utilizando los factores de rendimiento proporcionados por la industria, 1:7 (agar-agar/alga seca 20% H.) y 1:3 (colagar/alga seca 20% H.). Estas estimaciones involucran los siguientes supuestos:

1. Las algas son exportadas con un 20% de humedad promedio,
2. El consumo interno de *Gracilaria* con propósitos distintos a la fabricación de agar-agar o colagar es poco significativo.
3. Las importaciones de *Gracilaria* son insignificantes; y,
4. Debido a la regularidad en el proceso de elabo-

ración de la industria nacional y de sus exportaciones, al marcado ritmo estacional de la productividad de *Gracilaria* y el proceso de comercialización interna de las algas, se puede asumir que el alga producida es comercializada, procesada y exportada durante el mismo año, produciéndose un desfase en lo que respecta a la producción del mes de diciembre que sería procesada y/o exportada durante el mes de enero del año siguiente.

RESULTADOS Y DISCUSION

El interés del sector privado por ingresar a la actividad de cultivo de *Gracilaria* en el período analizado (Fig. 1) puede subdividirse en tres fases. La primera abarca el lapso 1979-1982 y se caracteriza por la presentación anual de un reducido número de solicitudes, no sobrepasan las 22 solicitudes por año; en la segunda fase (1983-1985) se produce un notorio incremento de solicitudes, duplicando los niveles alcanzados en la precedente y la tercera (1986 y 1987), en la que se produce un fuerte incremento del interés por ingresar a la actividad, llegando a triplicar en el año 1987 el número de solicitudes presentadas en el año 1985.

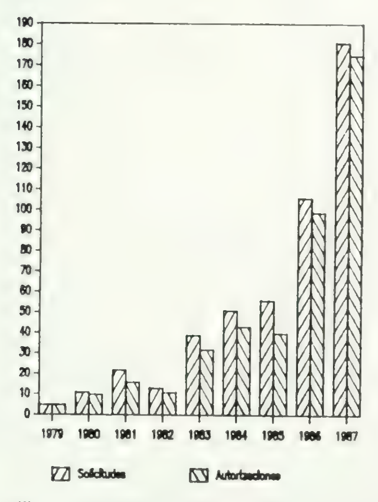


Fig. 1. Solicitudes para iniciar actividades pesqueras de cultivo de *Gracilaria* y autorizaciones emitidas en el periodo 1979-1987

El comportamiento descrito obedecería a los siguientes factores, inicialmente (1979-1982) existía escasa información disponible en el país sobre cultivo de *Gracilaria*, los centros trabajaron en forma experimental, actuando los inversionistas como pioneros en el desarrollo de métodos para arraigar las algas al sustrato, ya sea enterrando los talos directamente en el fondo o utilizando una variada gama de elementos de anclaje (*i.e.* cuerdas, piedras, redes de pesca en desuso, mallas metálicas, mangas de polietileno, etc.). A lo anterior, se suman las condiciones particulares del mercado, bajo precio del alga transada en playa (desde $ 1/Kg alga fresca en 1979 a $ 5/Kg alga fresca en 1982), con una relación nominal dollar: peso de 1:37 y 1:51 (promedios para los años 1979 y 1982 respectivamente), lo que incidía en una baja rentabilidad de los cultivos.

El incremento observado en la segunda fase, se debería a que en ese período comienzan a observarse resultados positivos en algunos centros de cultivo, principalmente en aquellos localizados en la II Región; sube el precio del alga transada en el mercado interno ($ 5/Kg alga fresca en 1982 a $ 10/Kg alga fresca en 1985); aumenta ostensiblemente la relación dollar: peso (1:79 en 1983 a 1:161 en 1985) al quedar la tasa cambiara al libre juego de oferta y demanda y aumenta la información disponible sobre el tema, PRODEMAR (1983 b), Barrales, y Pizarro (*op. cit*), Gutiérrez (*op. cit.*), Santa Cruz (*op. cit.*), lo que atrae a nuevos inversionistas incentivados además por los créditos otorgados por el Estado y el sistema financiero.

En la tercera fase la diferencia dollar: peso es más acentuada (1:193 en 1986 y 1:219 en 1987), se hace evidente la escasez del recurso debido al agotamiento generalizado de los algares silvestres y se produce una demanda por el recurso, insatisfecha, a la vez que se observa a partir de 1984 un significativo incremento en la producción de los centros de cultivo (Fig. 2), lo que proporciona al sector señales sobre la factibilidad y rentabilidad del cultivo.

Las autorizaciones emitidas por la autoridad pesquera para efectuar actividades de cultivo presentaron una tendencia similar a la observada en el incremento anual de las solicitudes, existiendo ligeras variaciones debido a la proporción de éstas que son denegadas anualmente, promedio histórico 13,8%, correspondiendo a los años 1979 y 1985 los valores extremos (0,0% y 28,6% respectivamente). En general, las causales de denega-

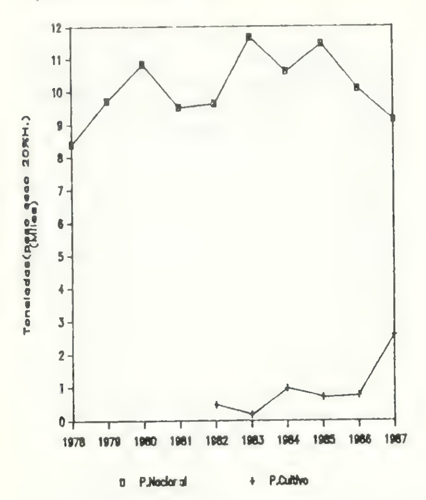


Fig. 2. Producción Nacional de *Gracilaria* y de centros de cultivos en el período 1978-1987.

ción se deben a la presencia de recursos susceptibles de ser utilizados por terceros en las áreas solicitadas.

En los tres primeros años los centros de cultivo son instalados de preferencia en las regiones II y III y en los años siguientes es la X Región la que incorpora la mayor proporción de centros (Tabla, I).

Este comportamiento en el desarrollo de la actividad obedecería al hecho que las experiencias de cultivo demostrativas fueron realizadas en la zona norte, debido a las expectativas de mayor productividad que generaba el crecimiento de *Gracilaria* en áreas de mayor radiación solar. Sin embargo, la mayor disponibilidad de superficie cultivable se encuentra en las regiones X y XI, lo cual desplaza el centro de la actividad hacia la X Región, incorporándose en estos últimos años la XI Región, debido a la apertura de la carretera sur austral, a los programas de poblamiento ejecutados en esta región por el Ministerio de Bienes Nacionales y a que la mayor parte de las áreas de la X Región con características deseables para cultivar *Gracilaria* han sido solicitadas.

En lo referente a la superficie autorizada para desarrollar cultivos de esta macrófita, tanto la primera como la tercera fase muestran un marcado crecimiento (desde 164 Há. a 1.213 Há. y desde 1.192 Há. a 2.686 Há., respectivamente) a diferencia de la segunda, en la que se observa un decremento de la superficie en el año 1982 y leves incrementos en los tres años siguientes (Fig. 3), debido a la alta proporción de autorizaciones derogadas. La principal causal de derogación dice relación con la carencia de actividades de cultivo en las áreas autorizadas dentro de los planes establecidos por la reglamentación.

Las autorizaciones emitidas desde 1979 hasta 1984 presentan una baja proporcionalidad de vigencia (6% a 49%), en los años posteriores esta

TABLA I

DISTRIBUCION REGIONAL DE LAS AUTORIZACIONES PROMULGADAS EN EL PERIODO 1979-1987

Años/Región	I	II	III	IV	V	VIII	IX	X	XI	Total
1979	-	1	2	1	-	-	-	1	-	5
1980	1	1	4	3	-	-	-	1	-	10
1981	-	8	2	1	-	1	-	4	-	16
1982	-	2	1	1	1	2	-	4	-	11
1983	-	9	3	2	-	4	-	14	-	32
1984	1	3	3	2	-	2	-	21	11	43
1985	-	5	7	4	-	3	-	21	-	40
1986	-	4	7	5	1	7	3	71	1	99
1987	-	2	5	7	1	7	1	133	19	175
Total	2	35	34	26	3	26	4	276	31	431

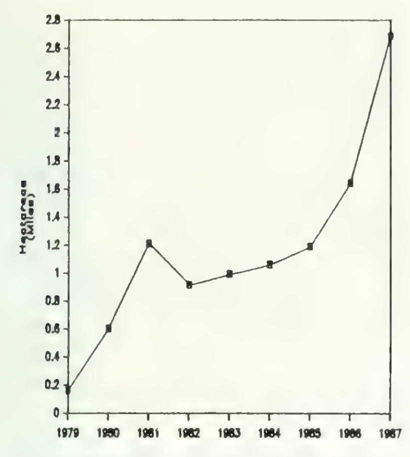


Fig. 3. Variación de la superficie autorizada para cultivar *Gracilaria* en el período 1979-1987.

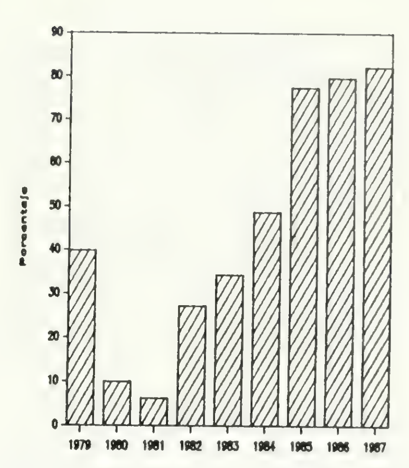


Fig. 4. Proporción de autorizaciones vigentes al 31 de diciembre de 1987.

proporcionalidad sobrepasa el 75% (Fig. 4). Las principales causas del fracaso de los proyectos están relacionadas con dificultades técnicas (especialmente en el período 1979-1984) y problemas financieros.

En el año 1987 existían 287 centros de cultivo con autorización vigente. Sin embargo, durante ese año operaron 120 establecimientos (Tabla. II), es decir el 41% de los centros autorizados.

No obstante lo anterior, si se considera que entre la fecha de autorización y el inicio de la operación del centro se produce un lapso aproximado de 8 a 12 meses, se puede plantear que en el año 1987, sólo estarían en condiciones de operar los establecimientos con autorizaciones vigentes y otorgadas con anterioridad a este último año, es decir 211 centros, lo que implicaría que durante el año 1987 funcionó el 56% de los establecimientos que debía hacerlo.

TABLA II

OPERACION DE LOS CENTROS DE CULTIVO DE *Gracilaria* EN EL AÑO 1987

Operación año 1987	Regiones II	III	IV	V	VIII	IX	X	XI	Total
Centros de cultivo que operaron (N°)	6	12	4	1	3	0	88	6	120
Area utilizada (Ha)	7.5	46.3	1.5	7.0	58	0	305.3	S.I.	425.6
Producción en toneladas alga fresca	2.488	1.144	46	291	4.131	0	6.159	2.520	16.779
Personal permanente	55	92	50	7	262	0	500	S.I.	966
Personal ocasional	0	60	3	10	7	0	450 570	S.I.	530-650

FUENTE: SERNAP Regionales

Si se efectúa una comparación similar respecto al área utilizada, se obtiene que en el año 1987 se habría utilizado un 13,9% de la superficie autorizada y el 22,7% de la superficie que debería estar siendo sembrada. Lo anterior indica que el sector ha sido hasta la fecha poco eficaz en desarrollar la actividad.

Sin embargo, cabe hacer notar que el sector productivo ha mostrado un mayor dinamismo en los dos últimos años, c.a. del 60% del área actualmente en operación corresponde a siembras efectuadas en los años 1986-1987, principalmente en la X Región, lo que explicaría además el menor rendimiento promedio obtenido en la producción de los centros de cultivos de esta región en el año 1987.

La información analizada indica que la actividad de cultivo de *Gracilaria* en Chile está en una etapa de desarrollo inicial, en este período el sector productivo ha sido poco eficaz en desarrollar la actividad; sin embargo, se observa un cambio positivo en este comportamiento a partir de los últimos dos años.

Lo anterior permite prever en el mediano plazo una estabilización de los actuales niveles de producción de *Gracilaria* a través del cultivo. No obstante lo anterior, es necesario modernizar la actual reglamentación que ampara la actividad de los centros de cultivo, con el objeto de lograr que el sector logre un desarrollo que permita al país autosustentar el crecimiento de la industria productora de derivados de *Gracilaria*.

BIBLIOGRAFIA

ALVEAL, K. 1986. Fragilidad y estrategia de perduración de *Gracilaria*. Estudios Oceanológicos 5(1):27-88

BARRALES, H. y PIZARRO, A. 1984. Prefactibilidad técnica del cultivo controlado del alga *Gracilaria* sp., II Parte. Convenio Universidad de Concepción, SERPLAC III Región Informe, 214 pp.

BLACK, H. and FONCK, E. 1981. On the vegetation dynamics of *Gracilaria* sp. in Playa Changa, Coquimbo, Chile Proc. Xth Int. Seaweed Symp.: 223-228

ESPES LTDA. 1980. Estudio de la pradera de algas del género *Gracilaria*, en Isla Santa María (Golfo de Arauco). Informe preparado para SERPLAC VIII Región, 166 pp

ESPES LTDA. 1982. Estudio para el manejo de praderas del recurso algológico *Gracilaria*. Bahía La Herradura, Bahía Tongoy. Informe preparado para Subsecretaría de Pesca, Chile, 159 pp.

FONCK, E. 1979. Estudios sobre productividad y repoblación de *Gracilaria* sp. Playa Changa, Coquimbo. Informe Centro de Investigaciones Submarinas, CIS. Universidad del Norte, Sede Coquimbo, 51 pp

GUTIERREZ, L., 1984. Estudio de factibilidad técnico económica para la instalación de un centro de cultivo de *Gracilaria* sp. en la II Región. Bahía de Mejillones, Chile. Memoria para optar al título de Ingeniero de Ejecución en Pesca, Universidad del Norte, 109 pp.

KIM, D.H., WILKOMIRSKY, W., OVERDICK, L., MENDOZA, H., HOME, U. y ESPINOZA, R. 1969. Transplante semi-industrial de algas del género *Gracilaria* sp. a la zona norte. Las algas marinas industrializables del litoral chileno. Convenio Universidad de Concepción, Instituto de Fomento Pesquero (CORFO). Comunicación N° 4, 8 pp.

OFICINA DE PLANIFICACION AGRICOLA. Embarques de Productos Agrícolas, Pecuarios, Forestales y del Mar Chileno clasificados por país de destino, años 1979, 1980 y 1981.

OFICINA DE PLANIFICACION AGRICOLA. Boletines de Comercio Exterior, años 1982 a 1987 (agosto).

PIZARRO, A. 1986. Conocimiento actual y avances recientes sobre el manejo y cultivo de *Gracilaria* en Chile. Simposio Internacional usos y funciones ecológicas de las algas marinas bentónicas. Bernabé Santelices, editor. Monografías biológicas 4:63-96.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE, SEDE REGIONAL TALCAHUANO, 1983. Estudio para el manejo de praderas del recurso algológico *Gracilaria*, Playa Lenga VIII Región. Convenio P. Universidad Católica de Chile, Thno. Subsecretaría de Pesca Chile. Informe, 172 pp.

PRODEMAR Ltda. 1983a. Estudio para el manejo de praderas del recurso algológico *Gracilaria* en Maullín y Puerto Montt. Informe preparado para Subsecretaría de Pesca Chile, 228 pp

PRODEMAR Ltda. 1983b. Cultivo artesanal de algas *Gracilaria*. Informe preparado para Subsecretaría de Pesca. Chile, 161 pp.

RAMIREZ, C., WESTERMEIR, R., ROMAN, C., WENZEL, H. y STEIGMEIER, E. 1980. Estudios Taxonómicos, Fenológicos, Fitosociológicos y Ecológicos en las comunidades de pelillo de Maullín y Quenuir. Convenio Universidad Austral de Chile, SERPLAC X Región. Informe, 95 pp

SANTA CRUZ, S.. 1985. Manual de cultivo de algas *Gracilaria* Informe preparado para Subsecretaría de Pesca. Chile, 90 pp

SANTELICES, B. y FONCK, E. 1979. Ecología y cultivo de *Gracilaria lemanaeformis*. En Actas I Symposium Algas Marinas Chilenas. B. Santelices editor. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Chile: 165-200

SERVICIO NACIONAL DE ADUANA. Registros de exportación año 1987

SERNAP. Anuario Estadístico de Pesca. Años 1979 a 1987.

WILKOMIRSKY, W. 1980. Unidad demostrativa de cultivo de especies algológicas. Convenio Universidad de Concepción, SERPLAC III Región. Informe, preliminar 4 pp

Gayana, Bot. 45 (1-4):83-89, 1988 ISSN 0016-5301

PANORAMA ACTUAL DE LA FICOLOGIA MARINA EN ARGENTINA

MARINE PHYCOLOGY IN ARGENTINA, A REVIEW

María Luz Piriz*

RESUMEN

Se presenta una reseña de los trabajos realizados sobre algas marinas bentónicas en la Argentina durante la última década. Con respecto a las investigaciones taxonómicas, se mencionan los autores que han trabajado en las distinta divisiones algales integrantes del bentos: Cyanophyta, Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta. Del mismo modo, se hace un resumen de los resultados obtenidos en los trabajos referidos a las siguientes especies de interés económico: *Macrocystis pyrifera*, *Gracilaria verrucosa*, *Gigartina skottsbergii*, *Gymnogongrus* sp.

ABSTRACT

A review about studies on seaweeds in Argentina during the last ten years is given. Authors working in Cyanophyta, Chlorophyta, Phaeophyta and Rhodophyta taxonomy are summarized. A brief description of papers related to some important species for industrial utilization (*Macrocystis pyrifera*, *Gracilaria verrucosa*, *Gigartina skottsbergii*, *Gymnogongrus* sp.) is presented.

KEYWORDS: Seaweed, taxonomy, ecology, chemistry, Argentina.

RESULTADOS

En el marco de este Primer Congreso Latinoamericano de Algas Marinas, es de interés presentar en forma sucinta, un panorama de los estudios realizados sobre algas marinas bentónicas en Argentina, durante la última década.

En lo que se refiere a taxonomía, si bien el mayor caudal de publicaciones es anterior a 1977, se pueden mencionar varios trabajos publicados después de esa fecha en diferentes grupos.

En Cyanophyta, Halperin y Wenzel (1987) continúan con una de las líneas de investigación iniciada por la primera autora, a fin de completar el conocimiento de estas algas en las costas argentinas.

Con respecto a Chlorophyta, se pueden citar los aportes de Boraso de Zaixso (1977) sobre Ulvales y en Phaeophyta a Asensi (1978).

Por último, en Rhodophyta podemos mencionar en Corallinaceae a Mendoza (1977a y b; 1979) y Mendoza y Cabioch (1984, 1985, 1986a y b; a Piriz en *Porphyra* (1981 y en prensa); un trabajo de Lazo (1982) con algunas Rhodomelaceae de interés y los estudios que está realizando Pujals sobre especies de *Iridaea*.

Sobre otros aspectos del estudio de algas marinas bentónicas, se debe mencionar especialmente al grupo de investigación del Centro Nacional Patagónico (CENPAT) de Puerto Madryn, Chubut, institución en la que se pone especial énfasis en la investigación de algas de importancia económica. Nos ocuparemos entonces de cada una de estas especies en particular.

Macrocystis pyrifera (L.) C. Agardh.

Las investigaciones sobre esta especie comenzaron en Argentina con anterioridad pero, restringiéndonos a los últimos diez años, se pueden mencionar unos 15 trabajos que abarcan

*Centro Nacional Patagónico (CONICET)
28 de Julio 28
(9120) Pto. Madryn - Chubut - Argentina

distintos aspectos de la biología de esta alga parda.

En forma muy resumida se exponen los resultados obtenidos.

1.- Relevamiento de Bosques:

La especie se distribuye en Argentina, en forma discontinua, a lo largo de la costa patagónica desde el paralelo 42, hacia el sur, abarcando las costas de las provincias de Chubut, Santa Cruz y la Gobernación de Tierra del Fuego (Fig. 1).

Para la provincia del Chubut se ha completado el relevamiento aerofotográfico, complementado con tareas de buceo autónomo en transectas prefijadas, arrojando los siguientes valores (Hall, 1980b; Pertini et al., 1981).

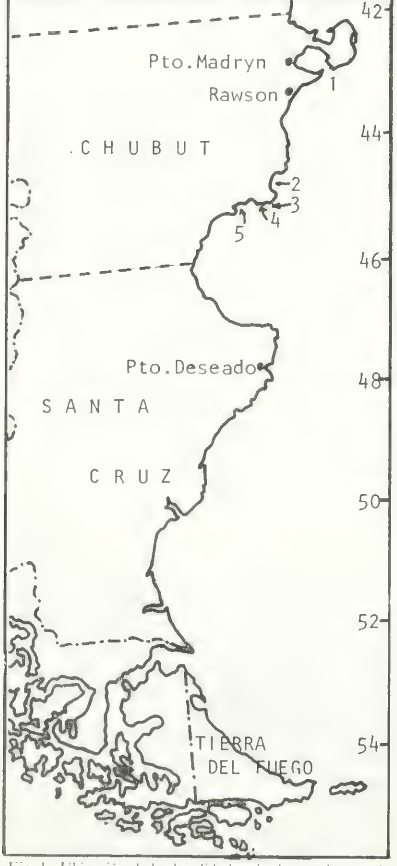


Fig. 1.- Ubicación de las localidades citadas en el texto. 1 Golfo Nuevo; 2: B. Camarones; 3: B. Arredondo; 4: B Melo; 5: B. Bustamante

Superficie: 2158,7 Ha.
Densidad promedio: 2597 pl/Há.
Biomasa total húmeda: 29298,7 Tm.
Biomasa cosechable: 11320,48 Tm
Producción potencial de ác. algínico: 338,61 Tm (calculado con 30% de rendimiento).

En la provincia de Santa Cruz se realizó un relevamiento aerofotográfico parcial, restando aún una porción de costa sin fotografiar. En la costa fotografiada se señalan dos zonas, la que va entre 46°39'S y 49°16'S que arrojó una superficie total de 1250 Há; y una segunda zona entre 49°50'S y 50°30'S donde no se logró cubrir con la aerofotografía la totalidad de los bosques. En ésta se pudieron identificar bosques de hasta 8 y 10 Km de largo con una densidad menor que los de la primera zona (Boraso de Zaixso, Piriz y Romanello, 1983).

Además de completar el relevamiento aerofotográfico, falta la complementación con trabajos "in situ" para evaluar la biomasa.

Para Tierra del Fuego aún no se cuenta con datos o fotos adecuados para iniciar un estudio de relevamiento.

2.- Dinámica Poblacional:

Los trabajos publicados con mayor detalle sobre este aspecto se llevaron a cabo en una población de Bahía Camarones (Chubut) entre marzo de 1975 y abril de 1979 y sin duda sirvieron de base para la realización de investigaciones posteriores en otras localidades (Hall y Boraso de Zaixso, 1979; Boraso de Zaixso y Taylor, 1980; Hall, 1980a).

Este bosque sufre ciclos vegetativos irregulares con desprendimientos masivos, seguidos de renovación total de la población. Se usó la relación entre el número de guías (frondes) presentes en la base (NGB) y el número de guías que llegan a un nivel de corte prefijado (NGC) como estimador de la edad relativa de las plantas, observándose que sus valores guardaban estrecha relación con la evolución del bosque. En la etapa senil, previa al desarraigo, aumenta el NGB mientras el NGC tiende a permanecer constante provocando un desequilibrio. Se supone que éste se produce por la escasa biomasa cercana a la superficie, res-

ponsable de la formación de los fotosintatos necesarios para alimentar a las guías que proliferan en la base.

Basándose en la metodología empleada para Chubut, se llevaron a cabo estudios de dinámica en algunos bosques de los alrededores de Puerto Deseado (Santa Cruz) acerca de los cuales se han publicado hasta ahora sólo observaciones preliminares (Boraso de Zaixso y Elías, 1980). Sin embargo se podría decir que los bosques de Santa Cruz se comportan en forma más estable, sin sufrir desprendimientos masivos y con presencia de esporófitos fértiles durante todo el año, en comparación con los bosques cercanos al límite norte de la distribución de la especie, donde sufren desprendimientos cíclicos y concentran su esfuerzo reproductivo en los meses cálidos (Boraso, com. pers.).

3.— Fauna Asociada:

La fauna asociada a *M. pyrifera* también ha sido objeto de numerosos estudios. Entre ellos se encuentran los trabajos llevados a cabo por Kreibohm de Paternoster y Escofet (1976), Kreibohm de Paternoster y Elías (1980), Elías (1981) y Kreibohm de Paternoster (1985), en los cuales se ocupan de los invertebrados que más afectan el desarrollo de los esporófitos: el isópodo *Limnoria (Phycolimnoria) chilensis* y los anfípodos *Bircenna fulva* y *Ampithoe femorata*. Por otra parte, López Gappa et al. (1982) realizaron un relevamiento de la macrofauna y flora asociadas a grampones de *M. pyrifera* en Puerto Deseado (Santa Cruz). En ese trabajo se menciona por primera vez la presencia de un hongo marino (*Lulworthia* sp.) parásito de *M. pyrifera* y en un trabajo posterior López Gappa y Romanello (1985) señalan la distribución geográfica de esta asociación.

4.— Cortes Experimentales:

Boraso de Zaixso et al. (1982) llevaron a cabo cortes experimentales simulando el efecto de cosecha, en parcelas de un bosque de Bahía Camarones en distintas épocas del año.

Con respecto a otros temas de investigación sobre esta especie se pueden mencionar observaciones acerca de la reproducción en cultivo (Boraso de Zaixso y Kreibohm de Paternoster, 1980); sobre ácido algínico (D'Ignotti, 1978) y sobre contenido en arsénico (Muse y Carducci, 1986).

Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss.

Esta especie única agarífera explotada en nuestro país, presenta una distribución muy limitada ya que se restringe al Golfo Nuevo, Bahía Arredondo, Bahía Melo y Bahía Bustamante, en la provincia del Chubut y desde un punto de vista taxonómico se puede considerar que todas estas poblaciones son homogéneas.

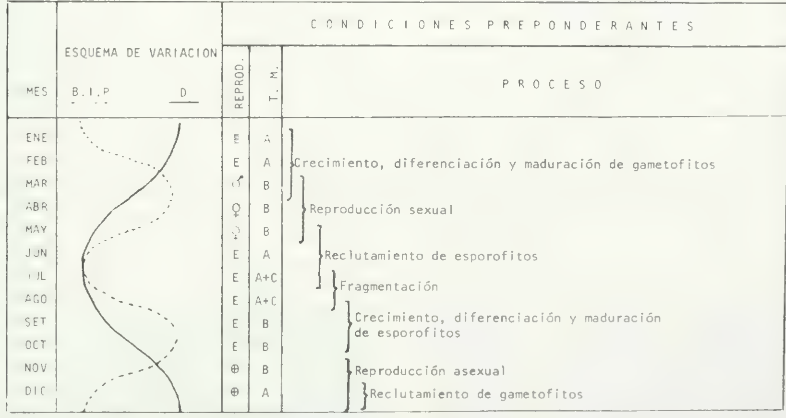


Fig. 2.- *Gracilaria verrucosa*. Esquema de funcionamiento de la población de Golfo Nuevo. (BIP: Biomasa individual promedio; D: Densidad como biomasa/m; TM: Tipo morfológico)

Sin embargo, cuando se realizaron estudios de dinámica en dos de ellas, una no comercial en Golfo Nuevo y otra sujeta a explotación en Bahía Arredondo, se observó que presentaban comportamientos muy diferentes. Los parámetros que se usaron como descriptores de la dinámica fueron: el estado reproductivo, biomasa individual promedio, densidad en biomasa por metro cuadrado y tipos morfológicos (Boraso de Zaixso, 1983; Boraso de Zaixso y Kreibohm de Paternoster, 1984).

Los tipos morfológicos considerados fueron:
Tipo A: Plantas poco ramificadas, con un evidente eje principal.
Tipo B: Plantas profusamente ramificadas.
Tipo C: Ejemplares que rebrotan después de haberse fragmentado.

En Golfo Nuevo (Fig. 2) las fases haploide y diploide se presentan alternadamente con predominancia de gametofitos en otoño y de esporofitos hacia fines de primavera.

En enero y febrero hay crecimiento, diferenciación y maduración de gametofitos. Las plantas son pequeñas (baja biomasa individual) pero abundantes (alta densidad).

Cuando las gametofitos completan su maduración en otoño se produce un máximo de biomasa individual por el predominio de talos muy ramificados (Tipo B). Después de la reproducción sexual se produce un reclutamiento de esporofitos en invierno con la consiguiente disminución de biomasa individual y densidad.

A fines de esta estación, junto con plantas tipo A, se encuentran talos estériles fragmentados, tipo C. En primavera tiene lugar el crecimiento diferenciación y maduración de los esporofitos y en consecuencia se produce otro máximo en los valores de biomasa individual por planta. La densidad aumenta lentamente hasta llegar a un máximo en verano cuando comienza el reclutamiento de gametofitos como consecuencia de la reproducción asexual.

MES	ESQUEMA DE VARIACION B.I.P. - - - - D ——	CONDICIONES PREPONDERANTES REPROD.	T.M.	PROCESO
ENE		⊕ ♀ ♂	A	Reclutamiento de gametofitos y esporofitos
FEB		⊕ ♀ ♂	A	
MAR		⊕ ♀ ♂	B	
ABR		⊕ ♀ ♂	B	
MAY		E	B	Crecimiento de gametofitos y esporofitos
JUN		E	B	
JUL		E	C+A	Fragmentación de gametofitos y esporofitos estériles
AGO		E	C+A	
SET		E	B	Crecimiento de fragmentos y maduración
OCT		⊕ ♂	A	Reproduc. asexual. Reclutamiento de gametofitos
NOV		⊕ ♂	A	Reproducción sexual y asexual. Reclutamiento de
DIC		⊕ ♀ ♂	A	gametofitos y esporofitos

Fig. 3.- *Gracilaria verrucosa*. Esquema de funcionamiento de la población de Bahía Arredondo. (Referencias en Fig. 2, ambas tomadas de Boraso de Zaixso, 1983)

En Bahía Arredondo (Fig. 3) las generaciones haploide y diploide se superponen en el tiempo. En verano se produce simultáneamente el reclutamiento de gametofitos y esporofitos que coexisten con plantas maduras. El predominio de talos pequeños se manifiesta por bajos valores de biomasa individual pero con alta densidad.

Entre marzo y julio tiene lugar el crecimiento de los talos, apareciendo gran cantidad de plantas del tipo B pertenecientes a ambas fases generacionales. Posteriormente hay fragmentación de los ejemplares aún estériles y se observa el mínimo de densidad en invierno y una ligera disminución de biomasa individual hacia princi-

pios de primavera, pero debido al crecimiento y maduración ésta se recupera rápidamente.

La densidad aumenta hacia el verano como consecuencia de la reproducción sexual y asexual, incorporándose nuevos individuos a la población.

Cubriendo otro aspecto de las investigaciones, a fin de comprender mejor el impacto ambiental sobre una población de *Gracilaria*, se estudió a través de un análisis factorial de correspondencia, la relación entre distintos factores ambientales y parámetros biológicos, a partir de los datos obtenidos en la población de Golfo Nuevo (Boraso de Zaixso, 1987).

Tomando como base este trabajo y el de Boraso de Zaixso (1984), Romanello y Casas realizaron en el CENPAT una experiencia para evaluar el crecimiento de plantas de *G. verrucosa*, en condiciones suspendidas y su relación con los factores ambientales.

Los datos obtenidos se procesan a través de un análisis factorial de correspondencia para lograr una comparación entre los resultados logrados por Romanello y Casas con fragmentos de plantas en condiciones suspendidas y los ya mencionados por Boraso de Zaixso (1987) a partir de los datos tomados de la población natural.

Con respecto a estudios químicos llevados a cabo en esta especie en los últimos diez años, se puede mencionar el análisis de la variación estacional cuantitativa del agar (D'Ignotti, 1983).

Gigartina skottsbergii Set. et Gard.

Esta especie es la principal fuente de carragenano en Argentina, si bien actualmente se importa materia prima, especialmente *Eucheuma* de Filipinas para lograr abastecer la demanda del mercado interno.

Actualmente se está llevando a cabo en el CENPAT el estudio de la biología de esta especie en una población de Bahía Camarones abarcando distintos aspectos.

Con respecto a la dinámica de la población se observó que existen plantas cistocárpicas y tetraspóricas durante todo el año. Las primeras muestran mayor densidad en otoño y menos en primavera. No se observaron máximos o mínimos para los esporofitos, los cuales aparecen siempre en muy baja proporción. No se han podido identificar aún las plantas masculinas, por ello, aquellos individuos que no presentaban estructuras reproductivas se agruparon en una sola categoría como ejemplares 'estériles'. Esta categoría incluye plantas de diversos tamaños entre las cuales se encuentran seguramente gametofitos y esporofitos jóvenes, indiferenciados, junto con plantas muy desarrolladas cuyo papel en el ciclo de vida de la especie aún se desconoce (Piriz, 1986).

A través del estudio de las estructuras de reproducción se ha reconocido la rama carpogonial que es la típica del género y la evolución del soro tetrasporangial que tiene origen en los filamentos medulares produciendo tetrasporas cruciadas que se liberan por un poro originado en células de la corteza.

Se continúa actualmente con otras líneas de trabajo como variación estacional de cantidad y calidad del carragenano. Este tema cuenta con los importantes antecedentes del grupo del Dr. Cerezo del Departamento de Química Orgánica de la Universidad de Buenos Aires, donde se ha trabajado en este ficocoloide en varias especies de Gigartinaceae (Matulewicz, 1978; Matulewicz y Cerezo, 1979, 1980a y b; Stortz, 1984; Stortz y Cerezo, 1986).

Gymnogongrus sp.

Actualmente se están realizando investigaciones en el CENPAT sobre distintos aspectos de la biología de esta carragenofita, Kreibohm et al. (1986) llevaron a cabo observaciones mensuales en una población de Sta. Isabel, localidad cercana a la ciudad de Rawson (Chubut). La población se extiende aproximadamente desde 2,90 m hasta más allá de 0,12 m con respecto al plano de reducción, diferenciándose dos zonas, una superior y otra inferior. El promedio de biomasa por planta alcanza sus valores más altos en otoño. La densidad media es menor en el nivel superior (26,2 pl/m^2) que en el nivel inferior (67,3 pl/m^2). Hay plantas cistocárpicas todo el año, pero son más abundantes en verano y otoño. Se observó durante todo el año la formación de nuevos ejes a partir del disco basal, así como rebrote apical de ejes cortados.

Paralelamente se han realizado experiencias de cultivo de laboratorio a partir de carposporas (Kreibohm y Espíndola, 1987). Estas mostraron dos tipos de desarrollo, uno que se podría denominar directo en el cual las esporas germinan formando discos que producen ejes erectos, los que posiblemente corresponden a las plantas cistocárpicas halladas en la naturaleza. En el otro ciclo,

más complejo, las carposporas germinan dando discos irregulares o filamentos. Estos discos también producen filamentos, los que devienen en masas globosas que son capaces de autorreproducirse a partir de células que se liberan de su superficie. Después de un tiempo aparecieron en estos cultivos discos más regulares que produjeron ejes erectos definitivos.

Seguramente, por lo breve de la exposición, habrán quedado trabajos sin mencionar pero se espera haber brindado un panorama general que sirva fundamentalmente para estimular el intercambio de ideas con los colegas latinoamericanos.

AGRADECIMIENTOS

A la Lic. Isabel Kreibohm de Paternoster por la lectura crítica del manuscrito; a la Lic. Graciela Casas por su colaboración en la compaginación de la conferencia; al Lic. Eduardo Romanello por la colaboración en la confección de las figuras y a la Sra. Loredana Pertini de Taylor por su asistencia en el tipeado del texto.

BIBLIOGRAFIA

ASENSI, A.O. 1978. Observaciones sobre *Chordaria linearis* (Hook. et Harv.) Cotton (Phaeophyta) y su desarrollo en cultivo. Darwiniana 21(2—4):331—342.

BORASO, A.L. 1977a. El género *Ulva* (Algae, Chlorophyta) en Argentina. I: *Ulva* en Puerto Deseado (Provincia de Santa Cruz). Darwiniana 21(1):162—171.

BORASO, A.L. 1977b. Reproducción de Ulvales de Puerto Deseado (Prov. de Sta. Cruz, Rep. Argentina). II: Reproducción en *Monostroma undulatum* Wittrock. Physis A 36(92) 1—7

BORASO, A.L. 1979. Reproducción de Ulvales de Puerto Deseado (Prov. de Sta. Cruz, Argentina). I: *Enteromorpha* Darwiniana 22 (1—3):241—253.

BORASO DE ZAIXSO, A.L. 1983. Ecología de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en poblaciones de la Provincia del Chubut (Argentina). Tesis para Doctorado en Ciencias Biológicas, UNBA, 172 p

BORASO DE ZAIXSO, A.L. 1984. Crecimiento de *Gracilaria verrucosa* en condición suspendida. Mem. Soc. Latinoam Acuic. 5 (3):415—418.

BORASO DE ZAIXSO, A.L. 1987. *Gracilaria verrucosa* in Golfo Nuevo, Chubut, Argentina. Biological parameters and environmental factors. In Ragan, M.A. and Bird, C.J (eds.) XIIth Int. Seaw. Symp. Proc. Hydrobiologia 151/152:239—244

BORASO DE ZAIXSO, A.L. y ELIAS, I. 1980. Observaciones preliminares sobre los bosques de *Macrocystis pyrifera* de los alrededores de Puerto Deseado (Sta. Cruz), Argentina Contrib. CENPAT 35, 25 p.

BORASO DE ZAIXSO, A.L. y KREIBOHM DE PATERNOSTER, I. 1980. Observaciones preliminares sobre la reproduccion de *Macrocystis pyrifera* en las costas argentinas. Contrib. CENPAT 30, 9 p

BORASO DE ZAIXSO, A.L. y KRETBOHM DE PATERNOSTER, I. 1984. Demografía, reproducción y propagación en poblaciones de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss de la provincia del Chubut (República Argentina) I. Golfo Nuevo. Contrib. CENFAT 99, 26p.

BORASO DE ZAIXSO, A.L., PIRIZ, M.L. y ROMANELLO, E.E. 1983. Posibilidades de desarrollo de la industria alguera en la Prov. de Santa Cruz (República Argentina). Informe preparado para el proyecto "Cinco Provincias Argentinas, OEA", Río Gallegos, Octubre 1983.

BORASO DE ZAIXSO, A.L. y TAYLOR, R. 1980. Dinámica de los bosques de *Macrocystis pyrifera* en Bahía Camarones (Chubut, Argentina). Resultado de las campañas. Primera parte 1977—78. Segunda parte 1978—79. Contrib. CENPAT 24, 18 p.

BORASO DE ZAIXSO, A.L., ZAIXO, H.E. y TAYLOR, R. 1982. Cortes experimentales en bosques de *Macrocystis pyrifera* en Bahía Camarones (Prov. del Chubut, Rep. Argentina). Contrib. CENPAT 67, 17 p

D'IGNOTTI, G. 1978. Influencia de las impurezas en la expresión del contenido de ácido algínico. Contrib. CENPAT 21, 12 p.

D'IGNOTTI, G. 1983. El agar de *Gracilaria verrucosa* Argentina, I. Variación estacional cuantitativa del agar. Contrib. CENPAT 80, 8 p

ELIAS, I. 1981. Estudios sobre la población del isópodo *Limnoria (Phycolimnoria) chilensis* Mensies asociada al grampón de *Macrocystis pyrifera*. Physis Sec. A 40 (98):33—42

HALL, M. A. 1980a. Métodos para la evaluación de los recursos de *Macrocystis pyrifera*, 3. Consideraciones biométricas. Contrib. CENPAT 29, 10 p

HALL, M.A 1980b. Evaluación de los recursos de *Macrocystis pyrifera*, I. Costa de la Provincia del Chubut entre Pta. Lobos y Pta. Gaviota. Contrib. CENPAT 31, 6 p., 6 fig.

HALL, M.A. y BORASO DE ZAIXSO, A.L. 1979. Ciclos de los bosques de *Macrocystis pyrifera* en Bahía Camarones, Prov. del Chubut, Rep. Argentina. Ecosur 6 (12):165—184.

HALPERIN DE, D.R y WENZEL, M.T. 1987. Cianoficeas marinas de la provincia de Río Negro (Argentina). I. Darwiniana (en prensa). I Congr. Latin. de Ficol. Mar., Concepción, Chile.

KREIBOHM DE PATERNOSTER, I. 1985. Fauna asociada al dosel de *Macrosystis pyrifera*. Aspectos cuantitativos en la población *Ampithoe femorata* (Kroyer). (Amphipoda). Neotrópica 31(86):211—224.

KREIBOHM DE PATERNOSTER, I. y ELIAS, I. 1980. Redescripción de *Limnoria (Phycolimnoria) chilensis* Menzies, 1962, (Isopoda, Limnoridae). Neotrópica 26(75):35—41

KREIBOHM DE PATERNOSTER, I. y ESCOFET, A.M. 1976. La fauna de anfípodos asociada a los bosques de *Macrocytis pyrifera* en el Chubut: *Ampithoe femorata* (Kroyer) (Ampithoidae) y *Bircenna fulva* Chilton (Eophliantidae). Physis Sec. A 35 (90):77—91

KREIBOHM DE PATERNOSTER, I. y DE ESPINDOLA, I.A. 1987. Observaciones preliminares en cultivos de *Gymnogongrus* sp. (Rhodophyta, Gigartinales, Phyllophoraceae). Primera Reunión Argentina de Acuicultura, San Carlos de Bariloche (Abstract)

KREIBOHM DE PATERNOSTER, I. ROMANELLO, E.E. and DE ESPINDOLA, I. A. 1986. The ecology of a population of *Gymnogongrus* sp. (Rhodophyta. Gigartinales) in Santa Isabel beach, Chubut, Argentina, I. Preliminar observations XIIth. Int. Seaw Symp., São Paulo, Brasil, (Abstract).

LAZO, M.L. 1982. Novedades en Rhodophyta argentinas. Boletin de la Sociedad Argentina de Botánica 21 (1—4):65—80.

LOPEZ GAPPA, J.J., ROMANELLO, E.E. y HERNANDEZ, D.A. 1982. Observaciones sobre la macrofauna y flora asociada a los grampones de *Macrocystis pyrifera* (L) C. Ag. en la ria Deseado (Santa Cruz, Argentina). Ecosur 9 (17):67—106.

LOPEZ GAPPA, J.J. y ROMANELLO, E.E. 1985. Sobre la distribución geográfica de la asociación *Lulworthia* sp. (Ascomycotina) - *Macrocystis pyrifera* (L) C. Ag. (Phaeophyta). Contrib CENPAT 107, 6 p.

MATULEWICZ, M.C. 1978. Estudios sobre el sistema de carragenanos del alga roja *Iridaea undulosa* Bory. Tesis para Doctorado en Ciencias Químicas, Univ. Nac. Buenos Aires, 237 p.

MATULEWICZ, M.C. and CEREZO, A.S. 1979. Solvolytic desulphation of the carrageenan from *Iridaea undulosa* B. Anal. Asoc. Quim. Arg. 67:225—227.

MATULEWICZ, M.C. and CEREZO, A.S. 1980a. The carrageenan from *Iridaea undulosa* B. Analysis, Fractionation and Alkaline treatment, J. Sci. Food Agric. 31:203—213

MATULEWICZ, M.C. and CEREZO, A.S. 1980b. Methylation analysis of carrageenans from the seaweed *Iridaea undulosa*, Phytochem. 19:2639—2641.

MENDOZA, M.L. 1977. Las Corallinaceae (Rhodophyta) de Puerto Deseado. Prov. de Sta. Cruz. I. Géneros *Dermatolithon* y *Mesophyllum*. Physis Sec. A 36 (92):21—29.

MENDOZA, M.L. et CABIOCH, J. 1984. Redéfinition comparée de deux espèces de Corallinacées d'Argentine: *Pseudolithophyllum fuegianum* (Heydrich) comb. nov. et *Hydrolithon discoideum* (Foslie) comb. nov. Cryptogamie, algologie, 4:141—154.

MENDOZA, M.L. et CABIOCH, J. 1985. Critique et comparaison morphogénétique des genres *Clathromorphum* et *Antarcticophyllum* (Rhodophyta, Corallinaceae). Conséquences biogéographiques et systématiques. Cah. Biol. Mar 26:251—266.

MENDOZA, M.L. et CABIOCH, J. 1986a. Le genre *Hydrolithon* (Rhodophyta, Corallinaceae) sur les côtes subantarctiques et antarctiques d'Argentine et de quelques regions voisines. Cah. Biol. Mar. 27:163—191.

MENDOZA, M.L. et CABIOCH, J. 1986b. Affinités biologiques et biogéographiques des Corallinacées (Rhodophyta) subantarctiques des côtes Argentines et des regions voisines. Bot. Mar. 29:475—479.

MUSE, J. CARDUCCI, C.N. 1986. Contenido en arsénico orgánico e inorgánico en algas marinas argentinas. Congreso Int. de Toxicologia, Buenos Aires, Argentina, Nov. 1986

PERTINI, F., TAYLOR, R., BOASO DE ZAIXSO A.L. y DOMINGUEZ, P. 1981. Evaluación de los recursos de *Macrocystis pyrifera*, II. Costa de la Prov. del Chubut entre Pta. Gaviota y Pta. Marques. Contrib. CENPAT 51, 26 p.

PIRIZ, M.L. 1981. A new species and a new record of *Porphyra* (Bangiales, Rhodophyta) from Argentina, Bot. Mar. 24:599—602.

PIRIZ, M.L. 1986. Population studies of *Gigartina skottsbergii* Set. et Gard. (Rhodophyta, Gigartinales) from Chubut Province (Argentina). XIIth. Int. Seaw. Symp., São Paulo, Brasil, (Abstract)

PIRIZ, M.L. (en prensa). *Porphyra linearis* Grev. (Bangiales, Rhodophyta) a new record for Argentina, Physis.

STORTZ, C. 1984. Estudio de los carragenanos "solubles" del alga roja *Iridaea undulosa* Bory (Familia: Gigartinaceae). Tesis para el Doctorado en Ciencias Químicas, Univ. Nac. de Buenos Aires, 358 p.

STORTZ, C. and CEREZO, A.S. 1986. The potassium chloride—soluble carrageenans of the red seaweed *Iridaea undulosa* B. Carb. Res. 145:219—235

Gayana, Bot. 45 (1-4):91-94, 1988 ISSN 0016-5301

IRIDEANOS DE *IRIDAEA LAMINARIOIDES* (RHODOPHYTA GIGARTINACEAE) CISTOCARPICA Y TETRASPOROFITICA

IRIDEANS FROM CYSTOCARPIC AND TETRASPOROPHYTIC IRIDAEA LAMINARIOIDES (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE)

Hugo A. Ayal*
Betty Matsuhiro*

RESUMEN

Los polisacáridos aislados de plantas cistocárpicas y tetrasporofíticas de *Iridaea laminarioides* se fraccionaron en medio acuoso por adición de cantidades crecientes de cloruro de potasio. Se obtuvo del polisacárido proveniente de plantas cistocárpicas una fracción homogénea a 0,125 M KCl.

El polisacárido de plantas tetraesporofíticas dio una fracción homogénea, soluble a 0,70 M KCl. Estas fracciones homogéneas se metilaron e hidrolizaron. Los correspondientes acetatos de alditoles parcialmente metilados, se analizaron por cromatografía gas-líquido. Los resultados obtenidos muestran que los polisacáridos de *Iridaea laminarioides* constituyen mezclas de galactanos sulfatados similares a aquellos encontrados en otras especies de *Iridaea* del litoral chileno.

ABSTRACT

Polysaccharides from cystocarpic and tetrasporophytic plants of *Iridaea laminarioides* were isolated and fractionated in aqueous solution by addition of increasing concentration of KCl. The soluble polysaccharide from cystocarpic plants gave an homogeneous fraction precipitated at 0.125 M KCl. The polysaccharide from tetrasporophytic plants gave an homogeneous fractions soluble at 0.70 M KCl. The homogeneous fraction were methylated and hydrolyzed. The corresponding partially methylated alditols were studied as the acetates by gas-liquid chromatography. The results showed that the polysaccharides arising from *Iridaea laminarioides* are mixtures of sulfated galactans similar to those found in other species of *Iridaea* from the Chilean coast.

KEYWORDS: Seaweed, *Iridaea laminarioides*, Rhodophyta, nuclear phases, polysaccharides

*Departamento de Química, Facultad de Ciencias
Universidad de Santiago de Chile
Casilla 5659
Santiago 2 — Chile

INTRODUCTION

The soluble polysaccharide from the red seaweed *Iridaea laminarioides* Bory of the family Gigartinaceae was previously studied in this laboratory (Matsuhiro and Zanlungo, 1976).

Results showed that this polysaccharide is a mixture of sulfated galactans, with physical properties quite similar to carrageenans but with different composition.

According to some authors, chemical differences exist among polysaccharides from different stages of the life history of some red algae. Haploid gametophytes of algae belonging to the Gigartinaceae contain predominantly k-carrageenan, while diploid tetrasporophytes contain predominantly λ-carrageenan, (Chen *et al.* (1973), Waaland, (1975), McCandless et al. (1983).

On the other hand, Doty and Santos (1978) studied the tetrasporangial and cystocarpic thalli of six species of *Eucheuma* (Soleriaceae) and they found only one type of carrageenan, no matter which generation was involved.

It was found no remarkable difference between the polysaccharide from tetrasporic and cystocarpic *Chondrus canaliculatus* (Ayal and Matsuhiro, 1986). It seems that both polysaccharides are mixtures of hybrid polymers of a carrageenan-type.

In this paper, the polysaccharide from cystocarpic and tetrasporophytic plants of *Iridaea laminarioides* are described.

MATERIALS AND METHODS

Algal material. Samples of *I. laminarioides* were collected in Matanzas, 33°56'S, 71°53'W in the month of june and were sorted in Laboratorio de Zoología y Biología, Pontificia Universidad Católica de Chile.

General methods. The general methods have been described previously by Klein et al. (1984). Gas-liquid chromatography (GLC) was performed on dual 2.0 m x 2.0 mm stainless steel columns packed with 3% SP-2340 and 3% ECNSSM using FID.

Extraction

The dried ground seaweed (100 g) was stirred with water (3 l) at 85° during 1 h. The mixture was filtered through muslin and the extraction process was repeated twice. The filtrates were centrifuged and the supernatants were concentrated to a syrup and freeze-dried.

Hydrolysis

Each of the extracts (100 mg) was treated with 20 ml of 2 M trifluoroacetic acid (TFA) at 90° for 16 h. The excess of acid was removed with water *in vacuo*. Aliquots of each hydrolysate were reduced with $NaBH_4$ and treated with acetic anhydride in dry pyridine.

Fractionation

A solution of each polysaccharide (10 g) in water was fractionated by addition of increasing concentration of KCl.

The fractions were dialyzed against sodium acetate and distilled water afterwards, concentrated and poured in ethanol. Homogeneity of fractions obtained by treatment with KCl was checked by polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE).

Methylation

The methylation was carried out by the method of Haworth as described elsewhere by Ibañez and Matsuhiro (1986), followed by hydrolysis with 2 M TFA. Aliquots of each hydrolyzate were reduced and acetylated.

RESULTS AND DISCUSSION

Extraction of cystocarpic and tetrasporophytic plants of *I. laminarioides* afforded soluble polysaccharides. The extraction yields for *Iridaea* species are given in Table I.

TABLE I

Yields of polysaccharides from species of *Iridaea*

Specie	% dry wt
I. laminarioides C	48.0
I. laminarioides T	47.0
I. ciliata C (a)	48.5
I. ciliata T (a)	44.7
I. membranacea C (a)	34.4
I. membranacea T (a)	32.5
I. laminarioides U (b)	22.1
I. ciliata U (c)	30.2
I. membranacea U (d)	34.4

C: cystocarpic; T: tetrasporophytic; U: unsorted

(a) Ayal and Matsuhiro, 1987

(b) Matsuhiro and Zanlungo, 1976a

(c) Matsuhiro and Zanlungo, 1976b

(d) Ibáñez and Matsuhiro, 1986

For cystocarpic and tetrasporophytic *I. laminarioides* the yield of polysaccharide is higher than the corresponding amount found for the unsorted *I. laminarioides*. On the other hand, cystocarpic and tetrasporophytic *I. laminarioides* gave a similar yield of polysaccharide to those from other cystocarpic and tetrasporophytic *Iridaea* (Ayal and Matsuhiro, 1987).

It can be seen that the yields are similar, no matter which nuclear phase is involved.

The polysaccharides were hydrolyzed and analyzed by GLC as the alditols acetates. It was found that both polysaccharides have galactose as unique acid-stable, monosaccharide.

These results are in agreement with those published for unsorted *I. laminarioides*.

The polysaccharides were fractionated by addition of increasing concentration of KCl solutions, the results are shown in Table II.

TABLE II

Fractionation of polysaccharides from tetrasporophytic and cystocarpic *I. laminarioides*.

Fraction	KCl Concentration	Polysaccharide T Yield %	C Yield %
F-1	6.25 mM	1.8	2.0
F-2	0.125 M	4.3	15.4
F-3	0.25 M	7.6	20.4
			30.0 (soluble)
F-4	0.30 M	4.9	
F-5	0.50 M	4.0	
F-6	0.70 M	31.6	
F-7	0.70 M	11.9 (soluble)	

T: tetrasporophytic; C: cystocarpic

The precipitation pattern was quite similar to those previously reported for polysaccharides from cystocarpic and tetrasporophytic *I. ciliata* and *I. membranacea* (Ayal and Matsuhiro, 1987). Polyacrylamide gel electrophoresis showed that the whole polysaccharide and all the fractions obtained by treatment with KCl were not homogeneous.

Fraction F-2 from cystocarpic *I. laminarioides* and fraction F-7 from tetrasporophytic plants, were refractionated in the same conditions until they showed to be homogeneous by PAGE.

These homogeneous fractions were permethylated, hydrolyzed and converted to the partially methylated alditol acetates.

The partially methylated alditol acetates were analyzed by GLC, results are shown in Table III.

TABLE III

Methylation analysis of the homogeneous fractions

Methylated alditol(a)	F-2 %	F-7 %
2,6-di-O	61.20	22.09
2,3-di-O	9.77	7.86
2,4-di-O	7.88	11.56
2-O	7.40	6.60
3-O	13.73	51.88

(a)
2,6-di:1,3,4,5-tetra-O-acetyl-2,6-di-O-methylgalactitol
2,3-di:1,4,5,6-tetra O-acetyl-2,3-di-O-methylgalactitol
2,4-di:1,3,5,6-tetra O-acetyl-2,4-di-O-methylgalactitol
2:1,3,4,5,6-penta-O-acetyl-2-O-methylgalactitol
3:1,2,4,5,6-penta-O-acetyl-3-O-methylgalactitol

For a fraction precipitated at 0.125 M KCl, a κ-carrageenan type structure might be expected. The major proportion of 2,6-di-0-methylgalactitol found for F-2 is indicative of the presence in this fraction of galactose-4-sulfate residues linked through carbon 3. This derivative constitutes one of the repeating units of κ-carrageenan and μ-carrageenan. The significant amounts of 2,3-di-O-methylgalactitol and of 2,4-di-O-methylgalactitol are indicative of the presence of galactose-6-sulphate units linked through positions 4 and 3, respectively. The former might arise from μ-carrageenan type structure. However, for a μ-carrageenan, the methylation analysis could give similar proportions of 2,6-di-O-methyl- and 2,3-di-O-methylgalactitol. On the other hand, the presence of 3-0-methylgalactitol indicates that galactose-2,6-disulfate units, linked through position 4 is also present in the polymer. From these results and the galactose (45.39%), 3,6-anhydrogalactose (20,87%) and sulfate (22.26%) contents no unique regular structure for this homogeneous fraction can be proposed.

Fraction 7, which is soluble at 0.7 M KCl showed by methylation analysis to contain

galactose-2,6-disulfate units, linked through position 4. For a λ-carrageenan type structure, this derivative must be present together with galactose-2-sulfate and galactose. From the methylation results and galactose (39.13%), 3,6-anhydrogalactose (2.88%) and sulfate (20.00%) contents it may be assumed that this homogeneous fraction is an hybrid polymer which differs from λ-carrageenan and from any other known carrageenan.

The results found in this work showed that the polysaccharides from cystocarpic and tetrasporophytic plants of *I. laminarioides* are mixtures of sulfated galactans that can be separated into fractions by KCl treatment. They afforded only two homogeneous fractions which by methylation analysis showed to be hybrid polymers.

These results are in agreement with those obtained previously in this laboratory for *Iridaea ciliata* and *Iridaea membranacea* polysaccharides (Ayal and Matsuhiro, 1987). According to Waaland (1975), gametophytic plants of *Iridaea cordata*, *I. lineare*, *I. heterocarpa* and *I. cornucopiae* would produce κ-carrageenan, while tetrasporophytic plants gave λ-carrageenan. However, extractions were conducted in alkaline-media and no chemical analyses were performed in the gels obtained by fractionation at a single concentration of KCl.

CONCLUSION

It can be concluded that the soluble polysaccharides arising from cystocarpic and tetrasporophytic plants of *Iridaea laminarioides* are complex mixtures of sulfated galactans.

They are similar to those found in other species of *Iridaea* from the Chilean coast, constituting a family of related polysaccharides, the Irideans.

ACKNOWLEDGEMENT

The financial assistance of the Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas of the Universidad de Santiago de Chile is gratefully acknowledged.

BIBLIOGRAPHY

Ayal, H.A. and Matsuhiro, B., 1986. Carrageenans from tetrasporic and cystocarpic *Chondrus canaliculatus*. Phytochemistry 25:1895-1897.

Ayal, H.A. and Matsuhiro, B., 1987. Polysaccharides from nuclear phases of *I. ciliata* and *I. membranacea*. Hydrobiologia 151/152: 531-534.

Chen, L.C-M., McLachlan, J., Neish, A.C. and Schacklock, P.F., 1973. The ratio of kappa- to lambda-carrageenan in nuclear phases of the Rhodophycean algae *Chondrus crispus* and *Gigartina stellata*. J. Mar. Bio. Assoc. U.K. 53:11-16.

Doty, M.S. and Santos, G.A., 1978. Carrageenans from tetrasporophytic and cystocarpic *Eucheuma* species. Aq.Bot. 4:143-149.

Ibañez, C.M. and Matsuhiro, B., 1986. Structural studies on the soluble polysaccharide from *I. membranacea*. Carbohydr.Res. 146:327-334.

Klein, E., Matsuhiro, B., Utrera, R. and Zanlungo, A.B., 1984. Polysaccharides from Chilean seaweeds. Part XIII. Studies on the carrageenan from *Gigartina papillata* J. Ag. Rev. Latinoamer. Quim. 14:128-131.

Matsuhiro, B. and Zanlungo, A.B., 1976a. Polysaccharides from Chilean seaweeds. II. Studies on *Iridaea laminarioides*. Bot. Mar. 29:317-321.

McLandless, E.L., West, J.A. and Guiry, M.D., 1983. Carrageenan patterns in the Gigartinaceae. Biochem. Syst. Ecol. 11,175-182.

Waaland, J.R., 1975. Differences in carrageenan in gametophytes and tetrasporophytes of red algae. Phytochemistry 14: 1359-1362.

Gayana, Bot. 45 (1-4):95-106, 1988 ISSN 0016-5301

EL USO DE MANGAS DE POLIETILENO COMO SUSTRATO EN EL REPOBLAMIENTO DE *GRACILARIA* SP. (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE) EN EL SUR DE CHILE

THE USE OF POLYETHYLENE TUBES AS SUBSTRATE FOR REPOPULATION OF GRACILARIA *SP. (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE) IN THE SOUTH OF CHILE*

Renato Westermeier *
Pedro Rivera S.*
Iván Gómez O.*

RESUMEN

El presente trabajo entrega antecedentes de productividad, obtenidos en cultivos de *Gracilaria* sp. usando mangas de polietileno en la zona de Maullín, Decima Region. Estos primeros resultados indican que este sistema presenta una ventajosa alternativa en el cultivo de esta especie. Los resultados se discuten en relación a frecuencia de cosecha, artes, altura de corte con el propósito de obtener una mayor productividad en el cultivo.

ABSTRACT

Preliminary results on the productivity of a culture of *Gracilaria* sp. in the area of Maullin, X Region, using polyethylene tubes as substrate for growth, indicate that this method represents an advantageous alternative for the culture of the Rhodophyta under concern. The results are discussed in relation to frecuency of harvest, harvest techniques and the level of cuts in order to increase the productivity of the culture system.

KEYWORDS: *Gracilaria*, cultivation, anchoring, substrate, repopulation.

*Instituto de Botánica
Universidad Austral de Chile
Casilla 567
Valdivia–Chile

INTRODUCCION

Las plantaciones de *Gracilaria* en Chile se iniciaron aproximadamente en el año 1969 con el traslado de algas a áreas experimentales principalmente de la zona norte (Lopehandía, 1986). Posteriormente otras experiencias (Santelices y Fonck, 1979; Westermeier, 1986b; Alveal, 1986; Barrales y Pizarro, 1984) han sido realizadas usando diferentes técnicas para la fijación de talos. Dicho fenómeno ha sido la consecuencia de una disminución en la producción nacional y como alternativa frente al colapso productivo de muchas praderas naturales.

En el sur de Chile, la mayor producción está centrada en el área de Maullín, siendo tambièn el centro histórico de mayor producción de *Gracilaria* en Chile (Westermeier, 1982, 1986a; Westermeier et al., 1984; Westermeier et al., 1988).

En la actualidad y producto de la fuerte presión extractiva, esta población natural alcanza una biomasa aproximada de 240 g/m^2. Dada la importancia ecológica, sociocultural y económica de este recurso se hace necesario encontrar, a luz de experiencias previas en otros sectores (Pizarro, 1986; Alveal, 1986), un sistema de recuperación de dichas poblaciones naturales. Hoy en día y de acuerdo al Plan de Desarrollo Pesquero, el re-

poblamiento de áreas y/o la colonización de sectores ecológicamente adecuados constituye la alternativa para lograr que la producción de este recurso alcance los niveles históricos de alta productividad con beneficios directos para el sector artesanal "alguero" y para el país.

En este sentido, el presente trabajo entrega los primeros antecedentes de producción mediante el uso de mangas de polietileno, analizando la factibilidad y perspectivas de su aplicación en la zona de Maullín, Décima Región.

MATERIAL Y METODOS

Area de estudio

Las experiencias de cultivo se llevaron a cabo dentro de un área experimental de 4 Há perteneciente a la Universidad Austral de Chile, ubicada en el río Cariquilda, Maullín. (Fig. 1).

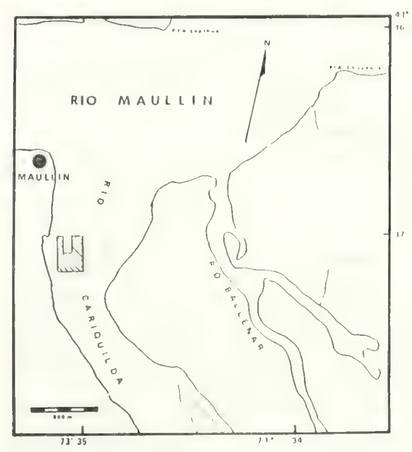


Fig. 1.- Area de estudio. El sector achurado corresponde a la concesión experimental.

Esta zona presenta características estuarinas con una amplitud de mareas de 2 m promedio anual. El régimen de mareas influencia fuertemente la salinidad, alcanzando en marea alta un promedio anual de 20,0‰ (Fig. 2), mientras que en marea baja se registra un promedio de 13,0‰. En un ciclo anual, la alta pluviosidad en los meses de invierno hace disminuir notablemente la salinidad a valores mínimos de 8,0‰ en los períodos de marea baja y a 16,0‰ en marea alta. En los meses estivales éstas tienen un rango de 18,0 a 24‰ entre ambas mareas. La temperatura del agua (Fig. 2b) presenta un transcurso anual bien marcado con amplias fluctuaciones durante los meses de verano e invierno entre ambas mareas. El promedio anual de temperatura es de 14,0 °C.

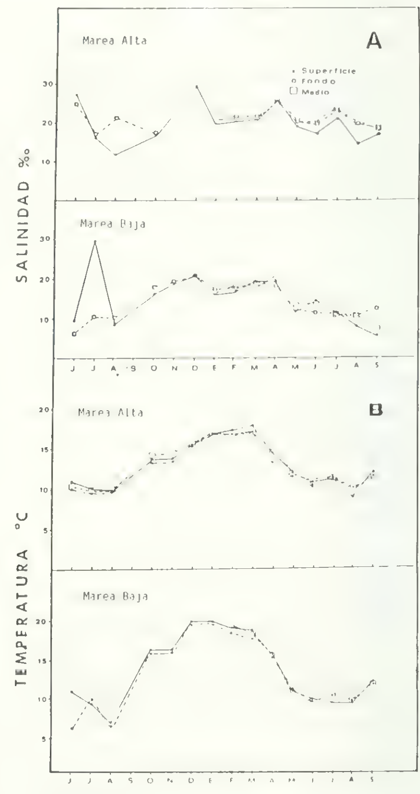


Fig. 2.- Variación mensual de la salinidad y temperatura en los dos niveles de marea del rio Cariquilda.

En cuanto a las características sedimentológicas, el sustrato es arenoso en un 95% con fracciones de grano fino (fango) y materia orgánica que representan el porcentaje restante (Fig. 3).

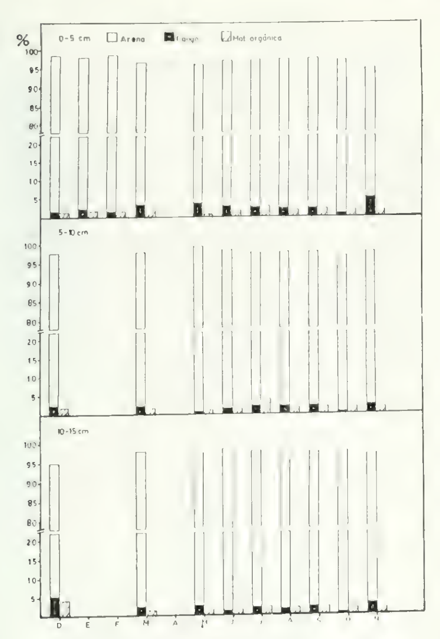


Fig. 3.- Variación porcentual de los componentes granulométricos del sedimento. (Arena, fango y materia orgánica).

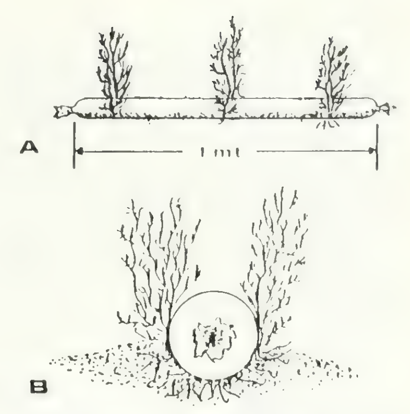


Fig. 4.- Esquema de plantación con mangas de polietileno (chululos). A. vista lateral. B. sección transversal, mostrando la ubicación correcta del talo.

El diseño experimental consideró las variables, periodicidad de cortes, alturas y artes de cosechas. Para ello se sembraron unidades experimentales de 1 m^2 con 3 réplicas (Fig. 5). Cada serie está dividida en 6 módulos de 16 m^2 sometidos a distinta frecuencia de cosecha (mensual, bimensual, trimensual, cada 4, 5 y 6 meses). A su vez cada módulo se subdividió para las artes de cosecha mano y cuchillo y alturas de corte de 20 y 30 cm. El tiempo considerado en los controles de cada experimento es de 12 meses, correspondiendo al presente trabajo los resultados del período verano otoño.

Metodología del cultivo

El sistema de cultivo correspondió al uso de mangas de polietileno ("Chululos") de 1,0 m de largo, 7 cm de diámetro y 0,10 mm de espesor, como medio de anclaje de talos al sustrato. Se instalaron en enero de 1987, 2 series con distinta biomasa inicial: 600 y 1.200 g/m^2 (1 y 2 chululos/m^2 respectivamente). En cada manga se amarraron con elástico 3 manojos de alga de 200 gr y 60 cm de largo cada uno (Fig. 4). Cada serie se ubicó paralelamente entre sí, colocándose las mangas en el sentido de la corriente. Las profundidades donde se desarrollaron estos experimentos presenta 0,5 m en marea baja y 2,5 m en marea alta.

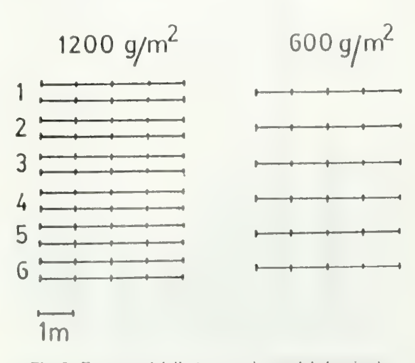


Fig. 5.- Esquema del diseño experimental de las siembras. Los números representan la frecuencia de cosecha.

Análisis estadístico

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza multifactorial y de 2 vías (Sokal y Rohlf, 1969) para determinar variaciones significativas entre los distintos tratamientos y biomasas iniciales sembradas respectivamente como asimismo interacciones entre factores, periodicidad de cosechas, artes y alturas de cortes. Junto con ello se realizó un test de correlación simple entre biomasa producida y densidad de plantas.

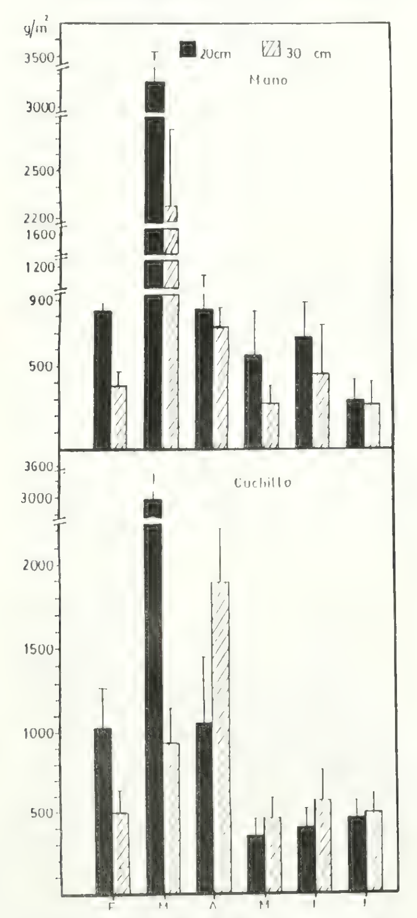


Fig. 6.— Producción de *Gracilaria* en la siembra de 1.200 g/m^2. Cosecha mensual

RESULTADOS

a) Siembra con densidad de 1200 g/m^2

La producción obtenida en los 6 primeros meses indica que la biomasa producida está en directa relación con el período del año (verano-otoño) de efectuada la siembra, como asimismo con la frecuencia de cortes realizados. Para las cosechas mensuales (Fig. 6), la mayor biomasa fue obtenida en los meses de marzo y abril con valores máximos de 3.000 y 2.000 g/m^2 respectivamente. Estos valores sí corresponden a artes y alturas de cortes distintos. Hacia los meses siguientes (invierno) la biomasa presentó valores cercanos a 500 g/m^2, no registrándose diferencias tanto entre artes como alturas de corte. En las co-

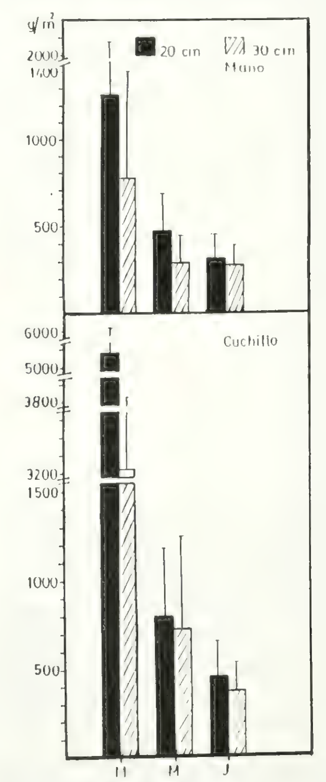


Fig. 7.— Producción de *Gracilaria* en la siembra de 1.200 g/m^2. Cosecha bimensual

sechas bimensuales (Fig. 7), las mayores biomasas fueron también obtenidas en marzo, siendo los experimentos con artes de poda cuchillo donde se presentaron las mayores producciones (5.500 g/m²), en comparación con el arte mano cuya biomasa obtenida fue de 1.350 g/m² a la misma altura de corte. Cabe hacer notar las similares diferencias en las biomasas producidas entre las alturas de corte en este mes. En los meses siguientes la producción disminuyó notablemente a valores entre 300 y 800 g/m². En los experimentos

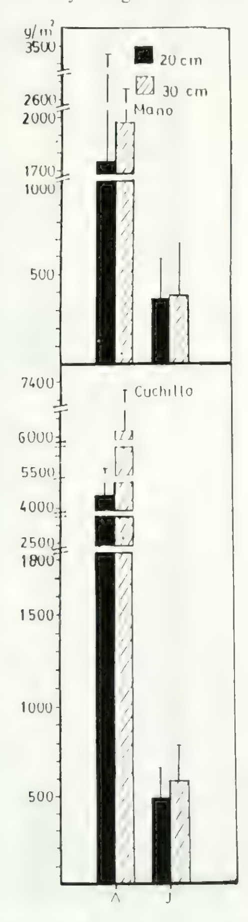


Fig. 8.— Producción de *Gracilaria* en la siembra de 1.200 g/m². Cosecha trimensual

con frecuencia de cosecha trimensual (Fig. 8), la mayor biomasa producida fue con el arte de poda cuchillo a 30 cm de altura (6.000 g/m²), en tanto que con el arte mano fue de 1.950 g/m². En el segundo corte realizado en invierno (julio) su producción mostró valores similares a los tratamientos mensuales y bimensuales. Al analizar los resultados en los tratamientos que tuvieron un sólo corte (cada 4, 5 y 6 meses. Fig. 9) la biomasa producida fue relativamente similar a la obtenida en las frecuencias de cosechas analizadas anteriormente (200-1.000 g/m²) cuando se comparan las frecuencias de corte.

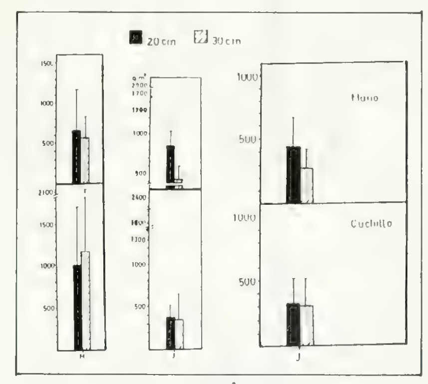


Fig. 9.— Producción de *Gracilaria* en la siembra de 1.200 g/m². Cosecha cada 4,5 y 6 meses.

Esto nos indica que el factor época del año tendría una mayor influencia en la producción dada la similitud entre los valores de biomasa de los tratamientos con uno o más cortes dentro de este período de estudio.

b) **Siembra con densidad de 600 g/m²**

Los resultados obtenidos muestran en términos generales un comportamiento similar en cuanto a las tendencias de producción para el período verano-otoño frente a los experimentos con densidad de 1.200 g/m². En los tratamientos con frecuencia de cosecha mensual, la mayor producción fue obtenida en el segundo corte (marzo) con biomasas entre 1.800 y 2.100 g/m² en las alturas de corte de 20 cm y con ambas artes utilizadas respectivamente (Fig. 10); mientras que en

abril (tercer corte) la mayor producción se obtuvo en las alturas de 30 cm (900 y 1.600 g/m^2). La producción en los meses siguientes fue paulatinamente menor, para obtener en julio (invierno) valores inferiores a 500 g/m^2 con ambas artes y alturas.

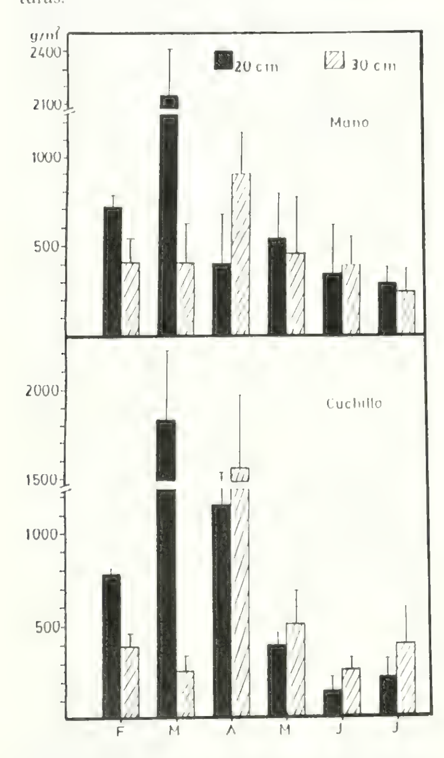


Fig. 10.— Producción de *Gracilaria* en la siembra de 600 g/m^2. Cosecha mensual

Las cosechas bimensuales (Fig. 11) presentan biomasas iniciales altas de 3.400 y 2.300 g/m^2 con artes de mano y cuchillo, respectivamente. Sin embargo en el tratamiento mano disminuyó fuertemente la biomasa en el segundo corte (250 g/m^2 en mayo), lo cual no ocurre en el tratamiento cuchillo, sino hasta el tercer corte (julio). En este mes no se presentan diferencias significativas entre artes y alturas.

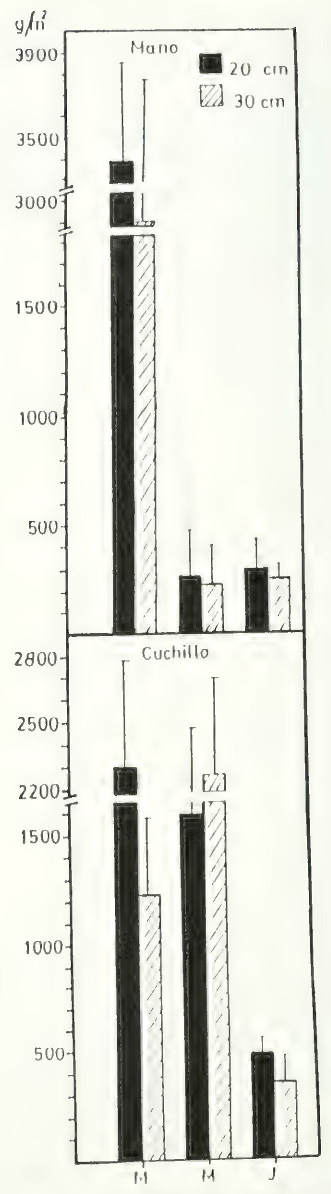


Fig. 11.— Producción de *Gracilaria* en la siembra de 600 g/m^2. Cosecha bimensual

El factor época del año es más notorio en los cortes con periodicidad trimensual, ya que la biomasa en el primer corte (abril) de 5.500 g/m^2 disminuye a 500 g/m^2 en las cosechas de invierno (julio) (Fig. 12). Diferencias significativas entre alturas de corte no fueron registradas en estos experimentos. En las cosechas cada 4 meses (Fig. 13) se presenta, en cambio, una notoria diferencia entre las alturas de corte principalmente en el cuchillo (1.400 y 250 g/m^2, respectivamente). Esta situación no se observa en el tratamiento mano, donde en ambas alturas de corte los valores de biomasa son similares.

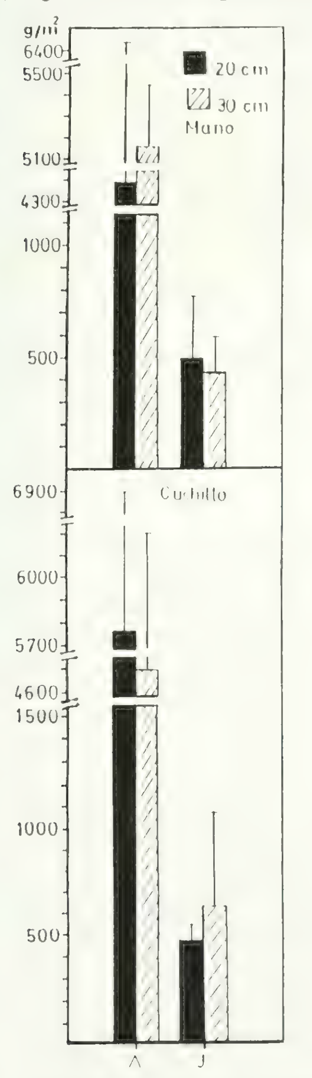


Fig. 12.— Producción de *Gracilaria* en la siembra de 600 g/m^2. Cosecha trimensual

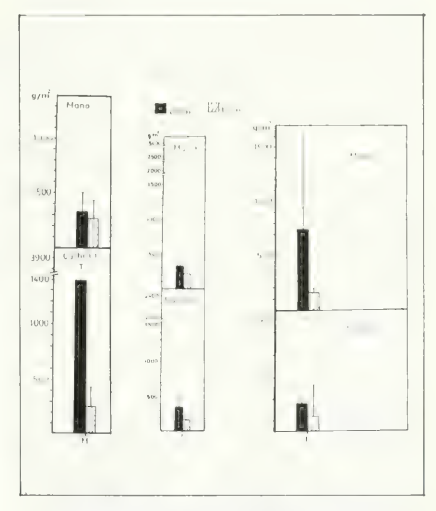


Fig. 13.— Producción de *Gracilaria* en la siembra de 600 g/m^2. Cosecha cada 4, 5 y 6 meses

Las restantes frecuencias de corte cada 5 y 6 meses (Fig. 13) se presentan biomasas inferiores a 500 g/m^2, exceptuando las alturas de 20 cm con arte mano en la frecuencia cada 6 meses, en la cual la biomasa presentó valores de 750 g/m^2.

De acuerdo al análisis de varianza multifactorial (Tablas I y II) el efecto periodicidad de cosechas es el factor con mayor significancia en la producción obtenida ($p < 0.05$) para la densidad de 1.200 g/m^2, mientras que en los experimentos de densidad de 600 g/m^2, junto con el factor de periodicidad de cosechas lo es también el de alturas de cortes. La interacción entre ambas variables es sólo significativa en los experimentos de densidad de 1.200 g/m^2.

TABLA I.- Análisis de varianza multifactorial, mangas de polietileno, densidad 600 g/m². Período enero-julio.

F V	gl	F
A	1	16,3*
B	3	81,9*
C	1	0,70
A x B	3	0,82
A x C	1	1,31
B x C	3	1,00
A x B x C	3	2,75
Error	48	
Total	63	

A Altura corte
B Periodicidad cosechas
C Tipo de arte
*: p < 0,05

TABLA II.- Análisis de varianza multifactorial, mangas de polietileno, densidad 1.200 g/m². Período enero-julio.

F V	gl	F
A	1	0,76
B	3	68,2*
C	1	2,65
A x B	3	6,82
A x C	1	0,36
B x C	3	18,1*
Error	48	
Total	63	

A: Altura corte
B: Periodicidad cosechas
C: Tipo de arte
*: p < 0,05

TABLA III.- Resumen comparativo del análisis de varianza, valores significativos al 0,05%.

	FRECUENCIA DE COSECHAS			
	MENSUAL	BIMENSUAL	TRIMENSUAL	C/6 MESES
Artes	–	+	+ +	+
Biomasa sembrada	+		+	

+ = Significativo (p < 0,05).

Al comparar las biomasas producidas dentro de un período de 6 meses entre ambas densidades iniciales (Tabla III), diferencias significativas (p < 0.05) por efecto de densidad sólo se presentaron en las cosechas mensuales y trimensuales, mientras que un efecto significativo debido a artes y/o alturas se presentó para las cosechas bimensuales, trimensuales y cada 6 meses. Al analizar el efecto de las artes (mano/cuchillo) en relación a la biomasa inicial utilizada, (Tabla IV), un efecto significativo se presenta en todas las frecuencias de cosechas. El efecto arte de corte utilizado mostró diferencias significativas para las densidades de biomasa iniciales en las artes de mano y cuchillo con frecuencias de cosecha mensual, bi y trimensual y sólo en el arte mano en la frecuencia de corte cada 6 meses.

TABLA IV.- Resumen comparativo del análisis de varianza de acuerdo a las artes de cosecha. Valores significativos al 0,05%.

		FRECUENCIA DE COSECHAS			
	ARTE	MENSUAL	BIMENSUAL	TRIMENSUAL	C/6 MESES
Altura	M	+	—	—	–
	C	—	+	—	+
Biomasa sembrada	M	+	+	+	+
	C	+	+ +	+	

+ = Significativo (p < 0,05).

El efecto de las alturas de corte sobre la producción en los 2 sistemas mostró diferencias significativas con el arte mano sólo en las frecuencias mensuales. En cambio en las frecuencias de cosechas bimensuales y cada 6 meses presentaron diferencias significativas en las alturas con el arte cuchillo.

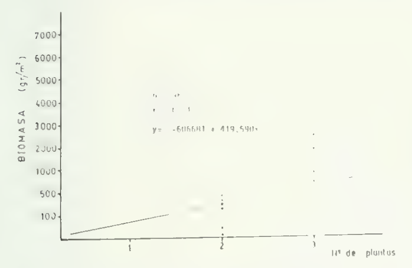


Fig. 14.— Relación entre la biomasa y el número de plantas en la siembra de 600 g/m^2. Valores significativos a p 0.05.

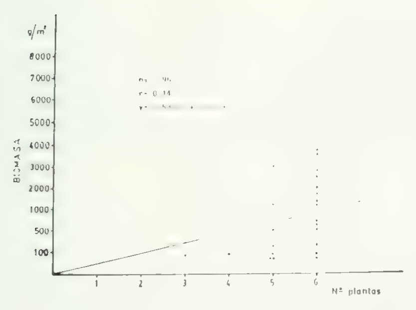


Fig. 15.— Relación entre la biomasa y el número de plantas en las siembras de 1.200 g/m^2. Valores significativos a p 0,05.

El análisis de correlación entre la biomasa producida y el número de plantas sembradas entregó un r=0.21 para la densidad de 600 g/m^2. (Fig. 14) y r=0.14 en la densidad de 1.200 g/m^2 (Fig. 15). Estos bajos valores pueden ser atribuibles a la baja mortalidad de plantas.

DISCUSION

Las experiencias de cultivo utilizando mangas de polietileno representa para los estuarios y bahías del sur de Chile una alternativa ventajosa en el repoblamiento de áreas con *Gracilaria* dado los niveles de producción obtenidos en 6 meses preliminares de experimentación en un área sin una población natural explotable.

En el río Cariquilda, Maullín, las condiciones abióticas de salinidad, temperatura y sustrato son adecuadas para una buena productividad del cultivo (Westermeier, 1986b). Estos primeros resultados muestran una tendencia claramente estacional en la producción; con altos valores en los meses cálidos y una disminución hacia el invierno. Las posibles causas de este ciclo son la mayor radiación y temperatura que ocurren en primavera-verano. Esta tendencia estacional en la producción se contrapone a la situación presentada en la pradera natural de Maullín en el año 1979 y en otras del país (ver: Pizarro, 1986), en las cuales las mayores biomasas ocurren en los meses de invierno (Westermeier et. al, 1984). En términos productivos el cultivo con mangas de polietileno entrega mayores valores de producción (Tabla V) con frecuencias de cosechas hasta 90 días en relación a la producción de las praderas naturales de Maullín de los años 1978-79, las cuales a esa fecha no tenían aún una fuerte presión extractiva.

TABLA V.- Resultados rendimiento en Sistema Chululo 600 g/m². Periodo enero-julio 1987.

Tratamiento		Total acumulado en 6 meses 4 m²	m²	Incremento mensual m²
MENSUAL				
Mano	20	17.703	4.425,7	737,6
	30	9.548	2.387,0	397,8
Cuchillo	20	17.960	4.490,0	748,3
	30	11.886	2.971,5	495,2
BIMENSUAL				
Mano	20	15.635	3.908,7	651,4
	30	13.655	3.413,7	568,9
Cuchillo	20	19.745	4.936,2	822,7
	30	15.295	3.823,7	637,2
TRIMENSUAL				
Mano	20	19.511	4.877,7	812,9
	30	24.285	6.071,2	1.011,8
Cuchillo	20	24.840	6.210,0	1.035,0
	30	16.680	4.170,0	695,0
6 MESES				
Mano	20	4.730	1.182,5	197,0
	30	820	205,0	34,1
Cuchillo	20	1.335	333,7	55,6
	30	1.730	432,5	72,0

En cuanto a la frecuencia de cosechas los resultados de 6 meses de experimentación indican que la periodicidad de cortes debiera centrarse entre los 60 y 90 días para siembras con densidades de 600 g/m² dado los mayores porcentajes de incremento mensual (Tabla VI), mientras que con densidades de 1.200 g/m² la frecuencia de cosecha no debiera exceder los 60 días (Tabla VII). Con una baja frecuencia de cosechas (cada 180 días), el porcentaje acumulado de producción es bajo, causado principalmente por el desprendimiento de talos al intensificarse el factor corrientes y marejadas invernales.

Otra variable importante en la productividad de estos sistemas de siembra lo constituye la densidad de mangas/m² y por ende la densidad inicial de algas sembradas. Con 2 "chululos"/m² (1.200 g/m²) se hace más rápida la depositación de arena sobre éstos, por el efecto trampa de los talos (Pizarro, 1986), permitiendo así una mayor fijación de las plantas al sustrato. Este fenómeno trae como consecuencia inicial una menor producción (Tabla VII) causada por el mayor enterramiento de los talos, pero posibilita en el largo plazo una mayor estabilidad del sistema frente a factores de marejadas y corrientes como tam-

TABLA VI.- Resultados rendimiento en Sistema Chululo 1.200 g/m². Período enero-julio 1987.

Tratamiento		Total acumulado en 6 meses		Incremento mensual
		4 m²	m²	m²
MENSUAL				
Mano	20	26.446	6.611,5	1.101,9
	30	17.480	4.370,0	728,3
Cuchillo	20	24.923	6.230,7	1.038,4
	30	19.260	4.815,0	802,5
BIMENSUAL				
Mano	20	8.185	2.046,2	341,0
	30	5.356	1.339,0	223,1
Cuchillo	20	25.339	6.334,7	1.055,7
	30	17.270	4.317,5	719,5
TRIMENSUAL				
Mano	20	8.370	2.092,5	348,7
	30	7.990	1.997,5	332,9
Cuchillo	20	18.180	4.545,0	757,5
	30	26.455	6.613,7	1.102,2
6 MESES				
Mano	20	2.880	720,0	120,0
	30	2.190	547,2	91,2
Cuchillo	20	1.865	466,2	77,7
	30	1.365	341,2	56,8

bién posibilita la colonización de talos entre las hileras de mangas. Dicho proceso no ocurre en los sistemas de plantado directo (Westermeier et al., 1988).

En cuanto a las artes y altura de cosecha utilizados, estos resultados nos indican que es factible utilizar cuchillo y mano como artes de cosecha y que alturas entre 20 y 30 cm son adecuadas. En este sistema de cultivo ambas variables se minimizan en relación a la frecuencia de cosechas; sin embargo el efecto de las artes y alturas de los cortes puede reflejarse en períodos mayores de tiempo, por lo que se requiere de a lo menos 12 meses de información para un completo análisis.

A la luz de estos resultados, la factibilidad técnica/productiva del uso de mangas de polietileno constituye un sistema de siembra promisorio para la zona de Maullín y alrededores. Es necesario continuar con estos experimentos para conocer la respuesta del sistema en el largo plazo, principalmente en lo referente al uso de artes de cosecha, formación de praderas y duración del polietileno con el fin de hacer del cultivo una actividad productiva y rentable.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa cooperación en terreno de los señores David Patiño, Resiere Cárdenas, Johnny Tillerías y Rolando Tillerías. A las Instituciones que financian este estudio, Corporación de Fomento de la Producción, Organización de Estados Americanos Proyecto Chi-86-87 y Dirección de Investigación y Desarrollo, Proyecto RS-85-11, Universidad Austral de Chile.

TABLA VII. Incremento porcentual de producción x m² de *Gracilaria*. Sistema Chululo.

Tratamiento		Acumulado 6 meses 600	— 1200	Incremento mensual 600	— 1200
MENSUAL					
Mano	20	737,6	550,9	122,9	91,8
	30	397,8	364,1	66,3	60,6
Cuchillo	20	748,3	519,2	124,7	86,5
	30	495,2	401,2	82,5	66,8
BIMENSUAL					
Mano	20	651,4	170,5	108,5	28,4
	30	568,9	111,5	94,8	18,1
Cuchillo	20	822,7	527,8	137,1	87,9
	30	637,2	359,7	106,2	59,9
TRIMENSUAL					
Mano	20	812,9	174,3	135,4	29,5
	30	1.011,8	166,4	168,6	27,7
Cuchillo	20	1.035,0	378,7	172,5	63,1
	30	695,0	551,1	115,8	91,8
6 MESES					
Mano	20	197,0	60,0	32,8	10,0
	30	34,1	45,6	5,6	7,6
Cuchillo	20	55,6	38,8	9,2	12,9
	30	72,0	28,4	12,0	9,4

BIBLIOGRAFIA

ALVEAL, K., 1986. Fragilidad y Estrategia de perduración de *Gracilaria*. Estud. Oceanol. 5: 27-58.

BARRALES, H.L. y PIZARRO, A. 1984. Prefactibilidad técnica del cultivo controlado del alga *Gracilaria* sp. II Parte: Convenio Universidad de Concepción-SERPLAC III Región Informe, 213 pp.

LOPEHANDIA, J., 1986. Problemas y perspectivas en la utilización de las algas chilenas. Monografías Biológicas 4: 29-43 1986. Simposio Internacional. Usos y Funciones Ecológicas de las Algas Marinas Bentónicas. B. Santelices (ed).

PIZARRO, A., 1986. Conocimiento actual y avances recientes sobre el manejo y cultivo de *Gracilaria* en Chile. Monografías Biológicas 4: 63-96. Simposio Internacional. Usos y Funciones Ecológicas de las Algas Marinas Bentónicas. B. Santelices (ed).

SANTELICES, B. y FONCK, E. 1979. Ecología y cultivo de *Gracilaria lemanaeformis*. En Actas I Symposium Algas Marinas Chilenas sp. 165-200. B. Santelices (ed).

SOKAL, R.R. y ROHLF F.J. 1979. Biometry W.H. Freeman and Co. San Francisco, 776 pp.

WESTERMEIER, R., 1982. Ecologia y contenidos energéticos de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en el sur de Chile. Simposio Internacional sobre utilización de ecosistemas costeros. Río Grande Brasil. Rev. Atlántica 5(2): 129.

WESTERMEIER, R., STEUBING, L., RIVERA, P.J. y WENZEL, H. 1984. *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en la X Región, Chile. Mems Asoc. Latinoamericana Acuicultura 5(3): 413-430.

WESTERMEIER, R., 1986a. Historia, estado actual y perspectivas de *Gracilaria* spp. en la X Región de Chile. Un caso: *Gracilaria* en los estuarios Maullin y Quenuir. Memorias Seminario-Taller: Manejo y cultivo de *Gracilaria* en Chile. Krisler Alveal et al. (ed).

WESTERMEIER, R., 1986b. Antecedentes sobre productividad y producción de algas *Gracilaria* en Praderas Naturales. Proyecto Canutillar, investigaciones especificas Vol. 11: 1-80 (Instituto Fomento Pesquero).

WESTERMEIER, R., 1986c. Bases biológicas para el desarrollo y manejo de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en el sur de Chile. Informe proyecto "Algas productoras de Agar". Universidad Austral de Chile-Organización de Estados Americanos (O.E.A.). 21 pp.

WESTERMEIER R., RIVERA, P.J., y GOMEZ, I. 1988. Cultivo de *Gracilaria* sp. en el estuario Cariquilda, Maullin, Chile. Investigación Pesquera (en prensa).

Gayana, Bot. 45 (1-4):107-114, 1988

ISSN 0016-5301

DIFERENTES ETAPAS DE LA MICROALGOLOGIA EN ARGENTINA

DIFFERENT STAGES OF MARINE MICROALGOLOGY IN ARGENTINA

Martha E. Ferrario*

RESUMEN

El objetivo propuesto en esta conferencia es informar a los colegas latinoamericanos acerca de los principales estudios desarrollados en Argentina sobre la microalgología marina, con la idea de facilitar el intercambio entre aquellos que trabajan en temas semejantes.

En primer lugar, se hace una síntesis del aporte realizado en el siglo pasado y principios del actual por científicos extranjeros, quienes fundamentalmente publicaron listas florísticas confeccionadas en base a material colectado por expediciones extranjeras al sur del territorio argentino

Seguidamente se analiza la labor sobre todo desarrollada por científicos argentinos a partir de este siglo. Por un lado se observa que se continúa con los lineamientos taxonómicos y se comienza con los ecológicos.

Se hace especial referencia a la obra del doctor J. Freguelli (italiano de origen) que sobresale en el campo de la diatomología, así como en otras disciplinas. De modo semejante se menciona la labor desarrollada por el Prof. E. Balech, desde sus inicios en la década del cuarenta a la actualidad.

Finalmente se exponen los proyectos que se están desarrollando y se sugieren futuras lineas de trabajo como es la posibilidad de utilizar a las Diatomeas como indicadores biológicos de masas de agua.

*División Ficología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata
Paseo del Bosque s/n
1900 La Plata - Argentina

ABSTRACT

The subject of this conference, which is mainly informative, has the purpose to advise our latin-american colleagues about the principles works developed in Argentina, with the idea of rendering possible all sorts of scientific interchange amongst those who work in similar themes.

This conference will analize the different stages of the development of marine microalgological research in Argentina from its beginnings in 1842 to our days

These antecedents will give a synthesis of the work done during the last century by foreign scientists, who working with material collected by foreign expeditions, were the first to contribute, through their publications with an analysis of the floristic areas essentially refered to the south of the Argentinian territory.

In what concerns the researchs carried out this century, the conference gives an account of the work done by Argentinian scientists. It brings out the orientation given to this researchs which on one hand, pursue and explore taxonomic subjects and on the other initiate ecological studies of phytoplankton.

The Italian Dr. Joaquín Frenguelli stands out, amongst others, through a relevant scientific work in the area of diatomology as well as in other disciplines.

When refering to ecological aspects this conference emphazises the phytoplanktonic data which contributes to the urderstanding of Biological Oceanology, a complement to taxonomic studies. In this area, the works by professor Enrique Balech excel right from its begining in the 1940's to our days.

Finally this conference will consider plans that are being implemented in Argentina today and will raise future lines of work such as the possibility of the use of diatoms as biological indicators of masses of water.

KEYWORDS: Marine, microalgology, history, Argentina.

ANTECEDENTES HISTORICOS

a) *Líneas de investigación relacionadas fundamentalmente con aspectos taxonómicos*

Los estudios microalgológicos marinos en Argentina comenzaron en el siglo pasado con el aporte de especialistas extranjeros. Fundamentalmente se trató de listas de especies confeccionadas en base a material colectado en forma esporádica en expediciones que en su paso hacia al Continente Antártico tocaron puntos del extremo sur del país.

La primera de las listas fue elaborada en base a material diatomológico hallado sobre restos de algas colectadas en 1825 por Lesson en las Islas Malvinas y publicada por Ehrenberg en 1842. A ésta le siguieron otras del mismo autor y tema, con especies no sólo de Malvinas sino también de Tierra del Fuego, publicadas en 1843, 1844, 1845 y 1848 y posteriormente reunidas en su obra "Mikrogeologie" 1854.

En 1847 Hooker cita 114 especies de diatomeas marinas y de agua dulce, 28 de las cuales procedieron del extremo sur del continente e Islas Malvinas. Otra especie de diatomea para las Islas Malvinas fue mencionada por Hohenacker en 1852-62. También en este período Janisch (1861-62), en base a muestras de guano de la Patagonia, confecciona una lista sobre diatomeas y silicoflagelados.

Referencias para latitudes más bajas entre los 35° y 40° lat. S, se deben a las determinaciones hechas por Ehrenberg e incluidas por Darwin en su "Geological Observations on South America" 1851, en base a las cuales Darwin sostiene el origen estuarino de los sedimentos pampeanos (Frenguelli, 1925).

Como resultado de la "Mission Scientifique du Cap Horn" Petit 1889, menciona 24 especies de diatomeas provenientes de dragados realizados en la travesía a las Islas Malvinas.

En el período comprendido entre 1898 y 1910 se realizaron importantes y numerosas expediciones "Valdivia" 1889-90, "Bélgica" 1897-99, "Discovery" 1901-04, etc... Estas recogieron material exclusivamente antártico, que se excluye del análisis de los antecedentes en esta exposición, por considerar que el ecosistema marino antártico debe ser tratado especialmente aparte.

Otras citas para Argentina sobre diatomeas se encuentran en obras generales tales como las de Schmidt et al., 1874-1959; Van Heurck, 1880-85; De Toni, 1891-94; Cleve, 1894-95 y Temperé y Peragallo, 1915.

Durante el siglo actual se continuó con los lineamientos taxonómicos y se comenzó, después de las primeras décadas, con proyectos biooceanológicos y ecológicos. La información fue cada vez más completa aportando descripciones, comentarios y datos de muestreos más precisos que paulatinamente incrementaron el conocimiento acerca del microplancton marino en Argentina.

Cleve 1900 publica acerca de diatomeas fósiles y vivientes, en base a material coleccionado por la expedición sueca en el área de Río Grande, Tierra del Fuego.

En 1917 Marques Da Cunha y Da Fonseca dan a conocer para el Océano Atlántico frente a Mar del Plata, 38°S-57°30'W, una lista de plancteres que incluye taxa de silicoflagelados, diatomeas y dinoflagelados.

En lo que se refiere a los estudios relacionados con las diatomeas y silicoflagelados se destacó la obra del Dr. J. Frenguelli quien, italiano de origen, logró realizar una labor científica encomiable no sólo en estos temas, sino también en otras disciplinas entre las que trató problemas relacionados con la geología estratigráfica, arqueología, paleontología, arqueología americana, geografía física, fitogeografía, etc. De su amplia obra que ocupó varias décadas de la historia cultural argentina, publicó más de 350 trabajos entre científicos y de divulgación. J. Frenguelli comenzó la recolección de material diatomológico fósil y viviente en 1911, haciendo su primera contribución en 1921. A partir de 1923 continuó en forma ininterrumpida hasta 1958. Analizó exhaustivamente tanto ambientes de agua dulce como del litoral marino, distribuidos prácticamente en todo el territorio argentino y parte del sector Antártico. A causa de su preocupación por no poseer suficiente material de consulta, logró reunir valiosísimas obras al poder adquirir la biblioteca especializada del diatomólogo inglés Wynne E. Baxter. Actualmente, algo incompleta, donada al Museo de Ciencias Naturales de La Plata.

En 1934 donó también a esta Institución, la colección que logró reunir sobre "Diatomeas Argentinas" fósiles y vivientes formada por 2.327 preparaciones microscópicas divididas por procedencia en 400 series.

Obtuvo parte de los "tipenplatte" de J.D.

Möller; adquirió la colección de Temperé y Peragallo (Diatomées du Monde Entier, 2da. Ed. 1907) y formó una colección de diatomeas italianas fósiles y vivientes compuesta por 315 preparaciones.

Todas estas colecciones se encuentran depositadas en la División Ficología del Museo de Ciencias Naturales de La Plata.

Por la trascendencia de esta obra es innecesario explayarse más sobre la misma.

Por otra parte pueden señalarse para el tema las contribuciones de Carbonell; Cordini; D'Antoni; Martínez Macchiavello, Orlando, etc., que en su mayoría sólo constituyen citas esporádicas.

En lo referente a dinoflagelados sobresale en el ámbito nacional e internacional la extensa y valiosa labor desarrollada hasta nuestros días por el Prof. E. Balech. Esta tuvo sus inicios en la década del cuarenta y es aquí cuando comienza con la revisión de diferentes grupos planctónicos analizando no sólo dinoflagelados sino también diatomeas del mar argentino. Como resultado de sus ininterrumpidos y múltiples proyectos dio a conocer a través de numerosas publicaciones ampliamente conocidas por todos, taxa nuevas para la ciencia y aquellas que por su sistemática, morfología y distribución presentaron un interés especial.

No se continuará por ahora con el análisis de su obra, por cuanto será retomado en el punto siguiente de esta exposición, en el que se tratará especialmente lo relacionado a indicadores de masas de agua.

En lo concerniente al estudio de las cianofitas marinas se destaca la labor desarrollada por la Dra. D. Halperín, a partir de la década del sesenta. Sus numerosos trabajos estuvieron referidos fundamentalmente a aspectos taxonómicos y al análisis de biodermas algales y su rol en la consolidación del suelo (Halperín, 1969).

Otros aportes que figuran en contribuciones extranjeras fueron los realizados sobre Dinophysiales (Käsler, 1938) y sobre el género *Ceratium* (Peters, 1934), en base a material proveniente de la expedición alemana "Meteor".

Luego están las menciones que realizara Hasle (1965, 1983), sobre *Thalassiosira punctigera*, *Nitzschia pseudoseriata*, *N. pungens* y *N. pungens* fa. *multiseries* de muestras enviadas por el Prof. E. Balech de Pto. Quequén, Prov. de Buenos Aires (38° 30'S-59° W y 40° 49'S-53° 43'W).

En estos últimos quince años con la formación de nuevos especialistas en el país aumenta notablemente el número de publicaciones con aportes principalmente sobre la composición, distribución, morfología y ultraestructura de los grupos.

Aparte del extenso trabajo "Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental" (Balech, en prensa) se realizaron en este período una serie de contribuciones, parte de las cuales dieron a conocer detalles sobre la familia Warnowiaceae y Gymnodiniaceae (Akselman, 1985; 1986) y parte detalles sobre especies tóxicas de dinoflagelados, en especial *Alexandrium excavatum* (Benavides et al., 1983; Carreto et al., 1985; Akselman et al., 1986; etc.).

La investigación diatomológica tuvo un enfoque fundamentalmente taxonómico, incluyendo en algunos casos consideraciones ecológicas de tipo general. Entre alguno de los aportes figuran los trabajos realizados por Gayoso (1981, 1982) para el estuario de Bahía Blanca, Prov. de Buenos Aires. Como resultado de los mismos se dio a conocer la variación temporal del fitoplancton y se mencionaron y describieron 47 especies de diatomeas, de las cuales *Thalassiosira hivernalis* resultó nueva para la ciencia.

Entre los años 1981-1984 aparecen una serie de publicaciones (Ferrario, 1981a; 1981b; 1984a; 1984b; etc.) sobre el estudio de las diatomeas de la ría de Pto. Deseado, Prov. de Santa Cruz. En este estudio se analizaron los taxa de los Ordenes Centrales y Pennales, mencionándose la presencia de una nueva variedad para la ciencia: *Thalassiosira subtilis* var. *maxima*.

En 1984 y 1985 aparecen nuevos trabajos que tratan sobre diatomeas epífitas del intermareal rocoso marplatense, Prov. de Buènos Aires (Ferrario y Sar, 1984, 1985). También con un enfoque taxonómico se trabajó sobre material proveniente del Golfo Nuevo y Golfo San José, Prov. de Chubut. Las publicaciones realizadas hasta el momento en esta área incluyen datos sobre la distribución temporo-espacial de algunas especies de *Thalassiosira* así como nuevos registros de éstas para el Atlántico Sur (Ferrario et al, 1986; Ferrario y Sar, en prensa; etc). Por otro lado se publicó sobre el Orden Pennales estableciéndose comparaciones en alguno de los casos entre este material y el de la Colección Frenguelli (Ferrario et al, en prensa). Además de

menciones esporádicas de algunas especies de diatomeas se trabajó en el género *Thalassiosira* presente en el área comprendida entre los 38°-40°S y 54°-57°W (Lange et al; 1983).

Otro de los grupos investigados en este período y hasta el presente son los Cocolitoforidos, los que se excluyen de esta recopilación por comprender solamente el aspecto fósil.

b) *Líneas de investigación relacionadas fundamentalmente con aspectos bio-oceanológicos*

Las primeras informaciones sobre el tema de corrientes marinas que incluyeron al mar continental argentino correspondieron al siglo pasado y estuvieron basados en datos hidrológicos. La primera mención relacionada con observaciones algológicas se debió a Darwin quien atribuyó a la corriente de Malvinas la presencia a la altura del Río de la Plata, de un alga marina (*Macrocystis pyrifera*), característica de regiones australes.

Entre los años 1912 y 1920 Kohmann mencionó nuevamente este hecho y ubicó una serie de especies de diatomeas como propias de aguas malvinenses y brasileñas.

Por varios años los aportes al conocimiento de masas de agua estuvieron basados en el estudio de elementos faunísticos. Cabe destacar en este aspecto la valiosa labor que desarrolló Doello Jurado, quien fue uno de los primeros en señalar, en base a datos zoológicos, la preponderancia de organismos subantárticos en la parte externa de la plataforma y de organismos brasileños en la interna.

Según Balech (1971) este autor junto a F. Lahille pueden ser considerados los fundadores de la Biología Marina en el país. Fueron los que proyectaron y también fundaron, Doello Jurado en 1928, la primera estación de Biología Marina en Argentina, en Pto. Quequén, Prov. de Buenos Aires.

En base al análisis existente sobre datos principalmente faunísticos e hidrográficos, en especial registros de temperatura y salinidad, el Prof. E. Balech preparó en 1941 un extenso trabajo titulado "Distribución de la Fauna Marina Argentina y sus causas". En este trabajo que permaneció inédito dada su extensión, el autor discutió hipótesis existentes sobre masas de agua y en base a una revisión crítica de las mismas interpretó y concluyó el primer esquema sobre corrientes marinas en Argentina que recién publicó en forma de resumen en 1949. En él caracterizó las corrientes de Brasil y Malvinas e incluyó el avance y retroceso de una lengua cálida al oeste de la corriente de Malvinas y al norte de los 47°S. A esta última la denominó deriva cálida para diferenciarla de una verdadera corriente de origen único y de existencia permanente (Balech, 1986).

Más tarde y hasta el presente las investigaciones orientadas en este aspecto se vieron acrecentadas con el inapreciable aporte de la vasta y relevante obra del Dr. E. Boltowskoy.

Dejando aparte estas investigaciones faunísticas y analizando los antecedentes de organismos microalgológicos, los dinoflagelados y en segundo lugar las diatomeas representan los grupos más estudiados. Es la labor realizada por Balech y Müller Melchers la que sobresale en el análisis de estos grupos.

Con fines totalmente oceanológicos entre los meses de mayo-junio de 1954 se realizó el primer crucero argentino "Operación Merluza" cuya derrota abarcó norte y sur del litoral bonaerense. Los resultados preliminares obtenidos del plancton analizado fueron presentados por E. Balech (1958a) en el Symposium sobre el tema, que se realizó en San Pablo, Brasil. Allí expresó que la región explorada presentó tres áreas diferentes en cuanto a la presencia cuali y cuantitativa del fitoplancton. Una de ellas próxima a la costa, casi al sur de los 39° S con dominio del fitoplancton cuyo componente principal dentro de las diatomeas fue *Odontella sinensis* y entre los dinoflagelados *Ceratium tripos*, *C. fusus* y *Peridinium depresum*. Una segunda con dominio del zooplancton caracterizada por elementos subantárticos aunque escasa *Thalassiothrix longissima* y en particular dos especies de *Ceratium* acompañadas con frecuencia por *Peridinium oceanicum*. Por último una tercera área que correspondió a un fitoplancton pobre cuantitativamente pero rico cualitativamente y representado por numerosas especies subtropicales.

También en ese Symposium presentó el trabajo "Los Dinoflagelados y Tintinidos como indicadores oceanográficos".

En él sugirió la importancia de conocer más profundamente acerca de la ecología de las especies que pueden ser útiles como indicadores biológicos y mencionó un grupo de las que caracterizan diferentes áreas, principalmente las de Antártida y las del litoral bonaerense.

En base a material obtenido de dos de las campañas realizadas con posterioridad también

publicó en 1965 un esquema de circulación oceánica que si bien no mostró gran variación con los presentados anteriormente, aportaron algunos cambios observados para ese momento sobre el límite oeste y frente norte de la corriente de Malvinas.

Otro de los aportes, 1976, es el relacionado con la distribución de algunos plancteres en el Atlántico sudoeste. Allí el autor enumeró y acompañó con datos ecológicos una lista de taxa de dinoflagelados que sugirió pueden ser utilizados como indicadores de masas de agua.

Posteriormente y como resultado de las campañas oceanográficas llevadas a cabo, el mismo autor hizo continuos aportes sobre el tema a través de varios trabajos. Contribuyó en 1980, al comprobarse los primeros casos fatales en el país por la producción de marea roja tóxica, a asesorar y esclarecer los factores y mecanismos que regularon este fenómeno.

Por último el autor en 1986 en base a una síntesis contenida en su trabajo "De nuevo sobre la Oceanografía frente a la Argentina", amplía y concluye sobre la labor realizada en el aspecto principalmente bio-oceanológico.

Dentro de las investigaciones referidas al uso de las diatomeas como indicadores biológicos se destaca la labor de Müller Melchers, quien publicó sobre el tema entre los años 1952-1959. Si bien se dedicó principalmente al estudio del plancton de las costas uruguayas, analizó también, material proveniente de casi todo el litoral sudamericano.

A través de una serie de contribuciones aportó abundante información sobre *Odontella sinensis*. Mencionó y discutió las referencias existentes para la especie hasta ese momento e investigó su ciclo de vida, señalando en varias oportunidades la presencia de formas teratológicas que atribuyó a cambios marcados del medio, principalmente a los de temperatura y salinidad. En base a la gran cantidad de material encontrado, sugirió a esta especie como endémica de la Ensenada de Samborombón, Prov. de Buenos Aires (Müller Melches 1952; 1954; 1959). Además realizó otras contribuciones que incluyeron a taxa presentes en la costa de Atlántico Sur (1953. 1955).

En 1958 y en base a un muestreo principalmente planctónico, realizado durante 13 años a lo largo de la costa uruguaya e incluyendo datos provenientes de las costas argentinas, mencionó a dos especies como indicadores biológicos. Una de ellas *Rhizosolenia curvata* como óptimo indicador de aguas subantárticas y otra *Odontella sinensis* de aguas tropicales. En base a ellas señaló la presencia de aguas de Malvinas, aguas de Brasil y una zona de mezcla sobre el litoral argentino.

Respecto a la labor realizada en el campo de la fisiología, existen varios trabajos sobre la experiencia hecha con especies marinas de dinoflagelados, diatomeas y clorofitas, con el objeto de detectar sustancias fundamentalmente antibióticas de interés farmacológico (Accorinti, 1987).

Finalmente y excluyendo los trabajos sobre producción primaria, se analizan los resultados sobre variaciones temporo-espaciales de diatomeas.

En 1985 Lange da a conocer los resultados obtenidos en base al estudio de 158 especies de diatomeas. Según el autor, parte de estos resultados indicaron la presencia de tres áreas, una cercana a la costa con especies subtropicales, otra más al oeste con especies subantárticas y antárticas y una de mezcla ubicada entre estas dos, con especies subantárticas y subtropicales.

PROYECTOS QUE SE DESARROLLAN EN LA ACTUALIDAD

En este punto se mencionan y resumen escuetamente los planes que actualmente se realizan en el país, así como sus responsables e instituciones en las que éstos se ejecutan, las que no siempre coinciden con el lugar en el que se investiga.

En el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) y a cargo de J.I. Carreto y colaboradores se está investigando activamente en diferentes aspectos relacionados fundamentalmente con el grupo tóxico de dinoflagelados.

Desde 1980 se analizan las diferentes etapas del ciclo de vida de la especie productora de las floraciones tóxicas, *Alexandium excavatum* (ex *Goniaulax excavata*). También se lo hace respecto a su distribución, en base a determinaciones de toxicidad en moluscos bivalvos y presencia de himnosporos en el área muestreada.

Por otro lado se desarrollan planes cuyos objetivos están dirigidos al conocimiento de la distribución, biomasa y sistemática fitoplanctónica.

INIDEP: Casilla de Correo 175, 7600 Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires.

En la Estación Hidrobiológica de Pto. Quequén, Prov. de Buenos Aires, el Prof. E. Balech, Jefe Honorario de la misma, está finalizando el estudio monográfico sobre el género *Alexandrium*, en base al estudio de material proveniente de todos los mares donde se citaron especies atribuibles al género o se produjeron mareas rojas tóxicas.

Estación Hidrobiológica: Casilla de Correo 64, 7630 Necochea, Prov. de Buenos Aires.

En el Instituto Argentino de Oceanografía (IADO), a cargo de A.M Gayoso y colaboradores, desde hace unos años se lleva a cabo el proyecto sobre taxonomía y ecología del fitoplancton de la Ría de Bahía Blanca, Prov. de Buenos Aires. Actualmente dicho proyecto apunta al conocimiento de la dinámica del sistema costero. Como perspectivas futuras se proyectan trabajos en curva de crecimiento y factores limitantes en base a cultivos de especies presentes en el área.

IADO: Avda. Alem 53, 8000 Bahía Blanca, Prov. de Buenos Aires.

En el Centro Nacional Patagónico de Pto. Madryn, Prov. de Chubut, actualmente se realiza en la costa este de la Península de Valdes el proyecto "Dinámica de los nutrientes de la Laguna Pta. Cero" a cargo de J.L. Estevez y colaboradores. El objetivo de dicho proyecto es verificar en base a datos físico-químicos y microbiológicos la factibilidad de utilizar este complejo marino lagunar, como asentamiento de cultivos de especies filtradoras de interés económico. Además este grupo está analizando la composición fitoplanctónica y su relación con factores ambientales del estuario del Río Chubut, Prov. de Chubut.

CENPAT: 28 de Julio 28, 9120 Pto. Madryn, Prov. de Chubut.

En la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, se desarrollan diferentes planes a cargo de M.E. Ferrario y colaboradores que tratan sobre diferentes aspectos ligados fundamentalmente a la taxonomía de diatomeas.

La finalidad propuesta en cada uno de estos proyectos es, en primer lugar, dar información básica de la flora diatomológica para el área en estudio (Prov. de Chubut, Prov. de Río Negro, Prov. de Buenos Aires).

En segundo lugar, aportar información a proyectos que se desarrollan en forma paralela pero independientemente como son los realizados para el área de San Antonio, Río Negro, sobre Moluscos filtradores de importancia económica, en el Instituto de Biología Marina y Pesquera "Alte. Storni".

Así como para el proyecto interdisciplinario "Estudio sobre monitoreo de juveniles de peces marinos en la Bahía de Samborombón, Prov. de Buenos Aires", a cargo de C. Lasta, del que se forma parte.

Facultad de Ciencias Naturales y Museo: Paseo del Bosque s/n 1900 La Plata, Prov. de Buenos Aires.

En la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y bajo la responsabilidad de D. Halperin se continúa con el desarrollo del proyecto que contempla los aspectos taxonómicos y florísticos de las cianofitas marinas, del área de Tierra del Fuego.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Pabellón N° 2, Ciudad Universitaria, 1428 Núñez, Buenos Aires.

En la División Planctología del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" de Buenos Aires, K. Lange trabaja sobre aspectos taxonómicos y las variaciones estacionales e interanuales en las asociaciones de diatomeas del Mar Argentino (34°S a 40°S).

Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Avda. Angel Gallardo 470, 1405 Buenos Aires.

Mención aparte merece la obra que actualmente se lleva a cabo sobre la "Flora Criptogámica de Tierra del Fuego", a cargo de los Dres. D. Halperin, I. Gamundí y S.A. Guarrera. Colaboran en ella alrededor de 25 investigadores de diferentes instituciones del país y del extranjero. El total de la obra está programada en 15 tomos, habiéndose publicado hasta el presente 11 fascículos referidos a temas algológicos, micológicos y briológicos.

APRECIACION SOBRE FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION

Del análisis general realizado sobre la información acerca de los estudios microalgológicos en el país, se observa que entre los temas desarrollados y de interés principalmente en áreas de explotación pesquera, está el relacionado con los indicadores biológicos de masas de agua. Como pudo apreciarse este aspecto que merece especial atención en el futuro, fue analizado funda-

mentalmente en base al estudio de organismos faunísticos y de dinoflagelados, mucho menos y no en forma continua con las diatomeas.

Conociéndose la necesidad de analizar aspectos aún desconocidos y de acuerdo a las consideraciones expuestas por diferentes especialistas en el tema, semejantes a las de E. Boltowskoy, "es muy valioso e interesante determinar otros representantes de plancton (zoo y fito) que puedan servir como indicadores..." (1961) surge el interés de incluir en los futuros proyectos el estudio de las diatomeas como indicadores biológicos.

La finalidad perseguida es brindar resultados que sean complementarios de aquéllos logrados por oceanólogos físicos, químicos y biólogos.

BIBLIOGRAFIA

ACCORINTI, J., 1987. Algas fuente potencial de nuevos fármacos. Dirección Nacional del Antártico, Instituto Antártico Argentino, Publ. 18:7-131.

AKSELMAN, R., 1985. Contribución al estudio de la familia Gymnodiniaceae Lemmermann (Dinophyta) del Atlántico Sudoccidental. Physis, Sec. A, 43(104):39-50.

AKSELMAN, R., 1986. Contribución al conocimiento de la familia Warnowiaceae Lindermann (Clase Dinophyceae) en el Atlántico Sudoccidental. Darwiniana 27(1-4):9-17.

AKSELMAN, R., BENAVIDES, H.R., NEGRI, R.M. y CARRETO, J.I., 1986. Observaciones sobre especies causantes de discoloraciones en el Mar Argentino. Physis, Sec. A, 44(107):73-74.

BALECH, E., 1949. Estudio crítico de las corrientes marinas del litoral bonaerense. Physis 20(57):159-164.

BALECH, E., 1958a. Exploración planctónica en el litoral bonaerense. Symposium sobre plancton, Sao Paulo, Brasil: 25-32.

BALECH, E., 1958b. Los Dinoflagelados y Tintinidos como indicadores oceanográficos. Symposium sobre plancton, Sao Paulo, Brasil: 33-36.

BALECH, E., 1965. Nuevas contribuciones a los esquemas de circulación oceánica frente a la Argentina. An. Acad. Brasileira de Ciencias 37, supl. :159-166.

BALECH, E., 1971. Notas históricas y críticas de la Oceanografía biológica argentina. Servicio Hidrografía Naval, H 1027:1-57.

BALECH, E., 1976. La distribución de algunos microplancteres en el Atlántico Sudoeste. Boletín Servicio Hidrografía Naval 12(2-3):15-24.

BALECH, E., 1986. De nuevo sobre la oceanografía frente a la Argentina. Servicio Hidrografía Naval, H 645:1-23.

BENAVIDES, H.R., NEGRI, R.M. y CARRETO, J.I. 1983. Investigaciones sobre el ciclo de vida del dinoflagelado tóxico *Gonyaulax excavata* (Dinophyceae). Physis, Sec. A 41(10):135-142

BOLTOWSKOY, E., 1961. Línea de la convergencia Subantártica en el Atlántico Sur y su determinación usando los indicadores biológicos foraminíferos. Servicio Hidrografía Naval H 1018:1-35

CARRETO, J.I., NEGRI, R.M., BENAVIDES, H.R. and AKSELMAN, R., 1985. Toxic Dinoflagellate blooms in the Argentine Sea. En: Anderson D.M., A.W. White and D.G. Baden (Eds.) Toxic Dinoflagellates. Proc. of the 3st. International Conference on Toxic Dinoflagellates, 8-12 june 1985, St. Andrews Canadá. Elsevier/North Holland :147-152.

CLEVE, P.T., 1894-95. Synopsis of the naviculoid Diatoms. I, 194 pp; II, 219 pp. Köngl. Svenska Vetenskapsakad. Handl. 26(2), 1894; 27(3), 1895. Stockholm.

CLEVE, P.T., 1900. Report on the Diatoms of the Magellan Territories. Svenska Exped. Magellanslanderna 3 (7):273-282. Stockholm.

DARWIN, CH., 1851. Geological observations on Coral Reefs, Volcanic Islands and on South America, Being the Geology of the Voyage of the H.M.S. "Beagle", 140 pp. London.

DE TONI, G.B., 1891-94. Sylloge Algarum omnium hucusque cognitarum. II-Bacillariaea. 1556 pp. Padova.

EHRENBERG, C.G., 1854. Mikrogeologie. I-Text; II-Atlas. Leipzig.

FERRARIO, M.E. 1981a. Diatomeas Centrales de la Ría de Pto. Deseado (Santa Cruz, Argentina) IV-S.O. Biddulphineae, Fam. Eupodiscaceae y Fam. Lithodesmiaceae. Darwiniana 23(2-3):475-488.

FERRARIO, M.E., 1981b. Diatomeas Centrales de la Ría de Pto. Deseado (Santa Cruz, Argentina) V-Fam. Coscinodiscaceae y Fam. Biddulphiaceae. Lilloa 35(3):115-123.

FERRARIO, M.E., 1984a. Diatomeas Centrales de la Ría de Pto. Deseado (Santa Cruz, Argentina) I-S.O. Rhizosoleniineae, Fam. Rhizosoleniaceae y S.O. Biddulphiineae, Fam. Chaetoceraceae. Rev. Mus. La Plata (n.s.) 13, Bot. 83:247-265.

FERRARIO, M.E. 1984b. Diatomeas Centrales de la Ría de Pto. Deseado (Santa Cruz, Argentina) III-S.O. Coscinodisciineae, Fam. Coscinodiscaceae, Fam. Heliopeltaceae y Fam. Thalassiosiraceae. Rev. Mus. La Plata (n.s.) 13 Bot. 85:291-311.

FERRARIO, M.E. y SAR, E.A., 1984. Consideraciones taxonómicas sobre diatomeas epífitas del intermareal rocoso marplatense I. Rev. Mus. La Plata (n.s.) 13, Bot. 79: 179-211.

FERRARIO, M.E. y SAR, E.A., 1985. Consideraciones taxonómicas sobre diatomeas epífitas del intermareal rocoso marplatense II. Rev. Mus. La Plata (n.s.) 14, Bot. 88 :11-27.

FERRARIO, M.E. y SAR, E.A. Marine diatoms from Chubut. Centrales *II-Thalassiosira*. Revista Brasileira de Biologia (en prensa).

FERRARIO, M.E.; SAR, E.A. y CODINA, R.G., 1986. Diatomeas marinas de la Prov. de Chubut (República Argentina) Centrales I. Darwiniana 27(1-4):89-106.

FERRARIO, M.E., SAR E.A., y CODINA, R.G. Diatomeas marinas de la Prov. de Chubut (República Argentina) Pennales I. Lilloa (en prensa).

Frenguelli, J., 1921. Los terrenos de la costa Atlántica de los alrededores de Miramar (Prov. de Buenos Aires) y sus correlaciones. Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba 24 :325-485

Frenguelli, J., 1925. Los estudios diatomológicos en la Argentina. Nuova Notarisia 36:305-318.

Gayoso, A.M., 1981. Estudio del fitoplancton del Estuario de Bahía Blanca (Prov. de Buenos Aires, Argentina). Zona Interna. Puerto Cuatreros. Instituto Argentino de Oceanografía, Contrib. 60:1-9.

Gayoso, A.M., 1982. Estudio de las Diatomeas del Estuario de Bahía Blanca. Tesis: 1-75.

Halperin, D.R. de, 1969. Biodermas algales y su papel en la consolidación de los agregados del suelo. Physis 29(78):37-48.

Hasle, G.R., 1965. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes II-The group *pseudonitzschia*. Akad. Skr. I Math. Nat. Klasse (n.s.) 18:1-5

Hasle, G.R., 1983. *Thalassiosira punctigera* (Castr.) comb nov., a widely distributed marine planktonic diatom. Norw. J. Bot. 3:593-608.

Hohenacker, R.F., 1852-62. Algae marinae exsiccatae. Eine Sammlung europaischer und ausländischer Meeresalgen in getrockneten Exemplaren mit einen Kuryen Texte versehen von J. Agardh, G.V. Martens, F.T. Kutzing und L. Rabenhorst I-XII, N° 1-600.

Hooker, J.D., 1847. The Botany of the Antarctic Voyage of H. M. Discovery scrips Erebus and Terror in the years 1839-43, under the Command of Captain Sir Tames Clark Ross. I(2): Flora Antarctica, LVI Diatomaceae: 506-519. London

Janisch, C., 1861-62. Zur charakteristik des Guano's von verschiedenem Fundorten I Jahr. d. Schles. Naturw med. Abth., H II: 150-164; II-Abh. d. Schles. Ges. Naturw. mend. Abth. H. II:1-29. Breslau

Kasler, R., 1938. Die Verbreitung der Dinophysiales im Sudatlantischen Ozeans. D.A.E. "Meteor" 1925/27 12(2):155-237

Lange, K., 1985. Spatial and seasonal variations of diatom assemblages off the Argentinian coast (South Western Atlantic). Oceanol. Acta 8(3):361-370

Lange, K.; Negri, R.M. y Benavides, H.R., 1983. Algunas especies del género *Thalassiosira* (Bacillariophyceae) del Mar Argentino (parte I). Iheringia, ser. Bot., Porto Alegre 31:9-30.

Marques da Cunha, A. y Da Fonseca, O., 1917. O microplancton do Atlantico nas inmediacoes de Mar del Plata. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 9(1): 140-142. Rio de Janeiro.

Muller Melchers, F.C., 1952. *Biddulphia chinensis* Grev. as indicator of ocean currents. Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 26, vol. II:1-14.

Muller Melchers, F.C., 1953. New and little known Diatoms from Uruguay and the South Atlantic coast. Com. Bot. Mus. Montevideo 30, vol. III:1-12.

Muller Melchers, F.C., 1954. VI-Observaciones sobre *Biddulphia chinensis* Grev. Rev. Biol. Mar. 4 (1, 2 y 3):203-210.

Muller Melchers, F.C., 1955. Las Diatomeas del plancton marino de las costas del Brasil. Bol. Inst. Oceanográfico 6(1-2):93-138.

Muller Melchers, F.C., 1958. Diatomeas planctónicas como indicadores de corrientes y ambientes marinos. Symposium plancton, Sao Paulo 3-5:93-112.

Muller Melchers, F.C., 1959. Plankton diatoms of the Southern Atlantic Argentina and Uruguay coast. Com. Bot. Mus. Montevideo 38, vol. III:1-45

Peters, N., 1934. Die Bevölkerung des südatlantischen ozeans mit *Ceration* D.A.E. "Meteor" 1925/27, 12(1):1-69.

Petit, P., 1889. Diatomacées. Mission Scientifique du Cap Horn 1882-83. V-Botanique: 111-140, Paris.

Schmidt, A. et al. 1874-1959. Atlas der Diatomaceen-Kunde. Leipzig

Tempere, J. y Peragallo, H., 1915. Diatomées du Monde Entier. Collection. 2da. Ed. Texto 480 pp. y 1000 preparaciones microscópicas. Archachon.

Van Heurck, H., 1880-85. Synopsis des Diatomees de Belgique 235 pp. Anvers.

Gayana, Bot. 45 (1-4):115-117, 1988 ISSN 0016-5301

AVANCES EN EL CULTIVO DE ALGAS *GRACILARIA*, (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE) DEL CARIBE, PARA EL CONSUMO DIRECTO

ADVANCES IN ARTISANAL CULTURE OF SEAWEEDS, GRACILARIA *(RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE) FROM THE CARIBBEAN, FOR DIRECT CONSUMPTION*

Ramón Buzeta Bordali*

RESUMEN

En este trabajo se revisan los avances en la tecnología de cultivo de *Gracilaria* (Sea Moss) para el consumo directo, logrados en un proyecto respaldado por el CIID en las Indias Occidentales (Santa Lucía), y la potencial expansión de estas técnicas en favor de comunidades pesquero—artesanales de otras zonas.

La metodología se basa en la capacidad de crecimiento vegetativo del alga en sistemas suspendidos. Ha sido desarrollada utilizando material de fácil acceso a los pequeños productores.

Los logros alcanzados e informados a través de un programa especial a otras comunidades ribereñas ha despertado interés en varias regiones del Caribe.

Se sugiere la posibilidad de vincular el cultivo de algas al desarrollo de sistemas integrados de explotación en predios costeros incluyendo invertebrados (moluscos, equinodermos, crustáceos) y peces. Estos sistemas de policultivos pueden constituir actividades de alternativa para comunidades artesanales que enfrentan problemas de sobre-explotación de los recursos costeros.

ABSTRACT

The paper reviews the advances made on *Gracilaria* cultivation technology, utilized for human consumption in the Caribbean (W.I.) through an IDRC supported project, and the potential for expansion of these techniques to other localities in favor of artisanal fisheries communities.

The technology, based on the algae vegetative growth on suspended systems, has been developed utilizing local material of easy access to small producers. Extension activities undertaken by the project have arised wide interest in coastal communities in the Caribbean.

The possibility of linking seaweed cultivation to integrated polyculture systems including invertebrates (sea urchin, molluscs, spiny crab), and fish which could become an alternative for artisanal fishermen faced with depletion of coastal resources, is discussed.

KEYWORDS: *Gracilaria*, culture, food, West Indies

CONSIDERACIONES GENERALES

Los estudios de cultivo de algas *Gracilaria* para la alimentación humana que el CIID (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo) tiene en la Isla de Santa Lucía (Indias Occidentales) pertenecen a un proyecto que se desarrolló en colaboración con el Departamento de Pesca del Ministerio de Agricultura, Tierras y Cooperativas del Gobierno de Santa Lucía, trabajos que se han realizado entre 1981 y 1986.

Las Islas del Caribe se caracterizan por tener aguas costeras someras con playas de detritus calcáreos y abundante luminosidad durante la mayor parte del año. Están generalmente rodeadas de arrecifes que encierran lagunas costeras donde proliferan diferentes algas agarófitas, del grupo

*Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo C.I.I.D.
Oficina Regional para América Latina y el Caribe
Bogotá D.E. Apartado Aéreo 53016
Bogotá - Colombia.

de las Rhodophyta, denominadas Sea Moss o Irish Moss cuyo mucílago se utiliza para la preparación de budines y bebidas y que son consumidos directamente por la población local.

Las especies más conocidas pertenecen a los géneros *Eucheuma* y *Gracilaria*. Particularmente en el caso de *Gracilaria* hay tres especies que son utilizadas para el consumo: *Gracilaria debilis*, *Gracilaria crassissima* y *Gracilaria dominguensis*. Además, existe una variedad no descrita, de talo cilíndrico, que es muy resistente, de rápido crecimiento y apta para cultivarla.

Las algas son generalmente recolectadas en las playas durante baja marea o bien mediante buceo por pescadores que no utilizan equipos especiales para su cosecha. Posteriormente es comercializada activamente entre las islas del cordón de las Indias Occidentales, particularmente en las naciones que pertenecen a la Organización de Estados del Caribe Oriental.

La popularidad del consumo de algas se debe a su importancia como alimento vigorizante; se vende en forma seca y también en forma de bebidas. La técnica se basa fundamentalmente en el secado y el blanqueado del alga por medio de la luz solar. Una vez que el alga está seca, es remojada y lavada en agua dulce para suavizarla. A veces se le agrega jugo de limón u otra sustancia para darle consistencia suave. Posteriormente se corta en trozos pequeños, que ya hidratados y limpios se cuecen y su consistencia depende del tipo y tiempo de cocción, lo cual está en relación a la clase de mezcla de algas que se va a preparar. Después de la cocción, en la cual el tejido del alga libera el mucílago, se filtra para separarlo, al cual se le agrega algunos aditamentos como leche, azúcar, colorante y sabores. Esta bebida se ingiere con un poco de hielo, como bebida tonificante.

La explotación intensiva de las praderas naturales para extracción del alga de consumo ha llevado a una sobrexplotación del recurso, particularmente porque el sistema de extracción es por arranque. El buzo la extrae del fondo de tal manera que la ausencia de una base de crecimiento y regeneración va diezmando las praderas naturales. El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC) en atención a estos antecedentes y a la importancia de los recursos algales en el área, consideró prioritario desarrollar estudios de cultivos intensivos, experimentando para ello con diversos sistemas y metodologías.

Un primer método empleado consistió en fijar trozos de algas en redes, y mediante lastre de piedras eran depositadas en el fondo para producir el crecimiento vegetativo y posteriormente recolectar por corte, de manera de dejar siempre un remanente de crecimiento sobre la cual basar la recuperación post-cosecha.

Un segundo sistema, modificado del anterior, consistió en entrelazar el alga en paños de redes, que después eran fijados al fondo mediante cuerdas o trozos de piedras u objetos pesados, dejándola extendida.

El tercer sistema utilizó como base cuerdas de polipropileno, las cuales se destorcían y se metían los trozos del alga para luego fijarlas con estacas en el fondo del mar, sobre sustrato blando.

En todos los sistemas probados se determinó que la predación por peces, principalmente demersales herbívoros, era frecuente, factor que influyó fuertemente en el rendimiento de cultivos de fondo, por lo cual fue necesario proceder a ubicarlos en niveles menos profundos. De este modo se detectó que separando los sistemas a más de un metro de fondo, la predación por peces disminuía notoriamente hasta considerarse un factor poco importante en el rendimiento del cultivo.

El sistema de crecimiento vegetativo demostró ser muy efectivo, llegando a alcanzar tasas de un cinco por ciento (5%) de incremento por día y sin uso de fertilizante y hasta un nueve por ciento (9%), usando fertilizante.

Al podar el alga siempre quedan brotes regenerativos de tal manera que la línea pueda ser utilizada una y otra vez; sin embargo, las plantas hay que reponerlas aproximadamente cada cuatro cortes.

En los sistemas de cultivo se experimentó también en el uso de fertilizantes diluido previamente en tinas. En ellas se colocaban las cuerdas, las que remojadas por algunas horas eran posteriormente tendidas. Con este sistema el crecimiento es muy efectivo y los rendimientos pueden ser hasta del orden de 1 Kg de algas en peso húmedo por metro de línea por mes, lo que equivale, más o menos, a un cuarto de Kg de peso seco por m/mes.

El significado económico de este recurso es importante, ya que los precios alcanzados son bastante significativos, debido a la demanda que

tiene como alimento, como promedio, de alrededor de US$10 por Kg de peso seco.

El rendimiento del cultivo en cuerdas puede considerarse de aproximadamente US$2.5 por m/mes, lo cual lo hace un cultivo relativamente rentable en la zona y de importantes proyecciones, ya que pueden ser sistemas que aporten significativamente al desarrollo de las regiones, motivo por el cual el programa del CIID mantiene un permanente interés por él.

Es importante impulsar este tipo de cultivo en forma regular, ya que es componente alternativo para las localidades pobres del Caribe, donde los recursos, que generalmente están al alcance de los pescadores artesanales, son cada día más escasos, debido a la sobrexplotación de los recursos ícticos.

Cuando se captura el camarón se capturan también los peces pequeños y juveniles, debido al reducido tamaño de la malla que se usa, lo cual ha derivado en un significativo empobrecimiento de las zonas costeras. Este hecho afecta directamente al pescador artesanal pues los stocks no son constantes a lo largo del año. En este caso es importante el recurso alga como un componente alternativo. Debido a que hay épocas en las cuales el crecimiento es más lento, se ha incursionado en el sistema de policultivos como una actividad que incorpora componentes complementarios como aquel integrado por algas y ostras. Al respecto hay sistemas que puedan considerarse eficientes, por ejemplo aquel que integra *Crassostrea* de las cuales hay varias especies en el Caribe.

Actualmente en Jamaica se impulsa un proyecto sobre cultivos de alga y CIID incorporará el cultivo de ostras simultáneamente en el proyecto Santa Lucía.

Un recurso altamente rentable lo constituye la comercialización del gastrópodo *Strombus gigas* (Concha reina), por lo cual se está considerando la factibilidad de establecer cultivos mixtos con algas.

En Barbados se está estudiando la posibilidad de desarrollar cultivos de erizos conjuntamente con algas, lo cual implica el manejo de numerosas variables.

Todas estas posibilidades permitirán sin duda enfocar el cultivo marino como una actividad alternativa económica a la pesca extractiva artesanal y cuyo desarrollo se proyecta de manera integral; y en el cual la explotación del recurso natural se alterna con el cultivo de especies útiles cuya biología, ecología y significado social y económico las señalan como componentes centrales del sistema.

Esperamos que estos proyectos sean un impulso que permita llevar a poblaciones ribereñas del Caribe o de otras regiones a un nivel de desarrollo que les aseguren mejores condiciones de vida. Esta es parte de la tarea en la que está empeñado el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo a nivel mundial.

Gayana, Bot. 45 (1-4):119-140, 1988 ISSN 0016-5301

GRACILARIA DE TUBUL: HISTORIA Y SIGNIFICADO DE UN RECURSO MARINO*

GRACILARIA *OF TUBUL: HISTORY AND MEANING OF A MARINE RESOURCE*

Krisler Alveal V.**

RESUMEN

En Chile, la presencia abundante de organismos costeros facilitó el establecimiento de poblaciones humanas, cuyas posibilidades de desarrollo estaban basadas en el uso intensivo de pocas especies marinas. Esta dependencia implicó utilización de poblaciones de las cuales se tenía poca información biológica y/o ecológica previa, no indispensable, en procesos de manejo en atención a la abundancia del recurso utilizado.

La abundancia de *Gracilaria* en Tubul, Golfo de Arauco-Chile y su comercialización por pescadores, es un buen ejemplo de interacción humana-recurso y en el que intervienen factores de orden social, económicos, biológicos, climáticos, hidrológicos y administrativos.

La sobreexplotación de *Gracilaria* en ese lugar requirió de un plan de manejo del recurso en el cual se consideraron, como parte importante, estudios para detectar métodos y procedimientos de cultivo, ensayándose tres sistemas de plantación de *Gracilaria*: con rocas, con estacas y plantado directo.

Se concluyó que el método de plantado directo era el más adecuado y eficiente por lo que se efectuó una plantación piloto de 1 1/4 Há, cuyos resultados corroboraron la eficiencia del método propuesto. Procesos de cultivo masivo e intensivo, junto a un adecuado plan de manejo, concluyeron en la recuperación de la pradera original y planes actuales para su ampliación.

ABSTRACT

The abundance of the seaweed *Gracilaria* in Tubul, Arauco Gulf, Chile and its commercialization by local fishermen, is a good example of the profitable relationship between human activities and natural resources. In this relationship, social, economic, biological, climatic, hidrological and management factors, interact.

The overexploitation of *Gracilaria* in Tubul, required of a management program which considered as an important component, studies to develop appropiate culture methods and techniques. The different culture systems: stones, sticks and direct plantation were tested. The results of the direct implantation proved to be the most efficient and an experimental implantation of 1 1/4 Há was carried out. A masive and intensive culture, together with an adequate management program, resulted in the recovery of the original bed in this area, allowing the development of future expansion of the culture activities of this seaweed.

KEYWORDS: Cultivation, *Gracilaria*, thecniques, Tubul River.

INTRODUCCION

Hay a nivel mundial una serie de especies marinas costeras que han sido la base de desarrollo de comunidades ribereñas. Muchas de ellas resultaron ser recursos que sufrieron una fuerte explotación, pero también han sido componentes que cuidadosamente manejados se han transformado en herramientas de progreso de grupos organizados. Cabe aquí mencionar la explotación de la ostra en Francia; almejas, camarones y algas en Japón y países orientales y la extracción de numerosos otros recursos en muchos países marítimos.

En Chile, *Gelidium* fue objeto de explota-

*Proyecto: D.I. Univ. de Concepción Asoc. Gremial Pescadores Tubul.

**Departamento de Oceanología-Universidad de Concepción
Casilla 2407, Apartado 10
Concepción-Chile.

ción ya en el año 1947, *Gracilaria* en 1950, acentuándose su extracción desde la década del 60 a la fecha, junto a especies de *Durvillaea*, *Iridaea*, *Macrocystis*, *Chondrus*, *Lessonia*.

La explotación de recursos algales está asociada directamente a la existencia de pescadores artesanales en la costa y para quienes su extracción y comercialización han sido el medio de soporte familiar cuando otros recursos no han estado disponibles.

La importancia de *Gracilaria* como recurso significó que entre 1981-1985 produjiera entre 6.000 y 7.300 ton. de alga seca (6.6 - 7.7 millones de dólares) y la producción de Agar fue de 273 - 740 ton. de Agar/año equivalente a 4.9 y 12.6 millones de dólares (Perfiles indicativos IFOP 1986).

En 1985 Chile llegó a ser el principal país exportador, abasteciendo el 70% de materia prima para el agar, sin embargo, la fuerte explotación de *Gracilaria* significó que praderas importantes (Coquimbo, Santa María, Raqui, Tubul, Maullín) sufrieron una marcada baja en su producción y varias de ellas quedaron en calidad de reservas genéticas.

La baja producción de las praderas afectó directamente al sector artesanal el que llegó a contar en un momento con 11.300 algueros, número que ha experimentado un descenso marcado; y los que aún se dedican a estas actividades tienen un alto grado de incertidumbre por la baja en la producción algal natural.

La pradera de Tubul ubicada en el Golfo de Arauco-Chile ha experimentado a lo largo de los años fluctuaciones marcadas debido a extracciones, acentuándose hacia 1984-1985 con bajas productivas drásticas lo que determinó la necesidad de protección y cultivo de la pradera en un plan de manejo que redundó en la recuperación del recurso en un lapso de 2 años.

En este trabajo se hace un análisis histórico de la situación del recurso algal de Tubul y la participación del componente social en el proceso. Se da especial atención a estudios experimentales tendientes a definir métodos de cultivos más apropiados, se analizan los componentes principales del sistema y derivaciones de un plan de manejo del recurso *Gracilaria*.

MATERIALES Y METODOS

La información sobre la estructura del área fue obtenida de Pineda (1985) y antecedentes sobre evaluaciones de *Gracilaria* en informes del Instituto de Fomento Pesquero y en Anuarios de SERNAP, los datos hidrológicos y mareales de las Tablas de Mareas del Instituto Hidrográfico de la Armada.

1. **Batimetría del área**

Se utilizó sonda con la cual se procedió a medir las profundidades de ambos ríos, sobre transectos paralelos espaciados cada 70 m. El número de sondajes en el río Tubul fue de 39 y de 132 en el río Raqui. Las muestras de sedimentos se obtuvieron con un tubo metálico de 8 cm de diámetro y 25 cm de largo, accionado desde embarcaciones.

2. **Composición del sustrato** (Sedimentos)

Para conocer la composición del sustrato se efectuó análisis granulométrico de las muestras considerando los siguientes tamaños de granos:

> 1mm: arena muy gruesa	125 µm: arena fina
500 µm: arena gruesa	63 µm: arena muy fina
250 µm: arena media	< 63 µm: limo-arcilla

Con los datos obtenidos se confeccionó un mapa sedimentológico de las áreas de cultivo de cada río.

3. **Parcelación de las áreas de cultivo**

El área de cultivo para este caso de estudio fue dividida en 4 sub áreas seperadas por franjas de 30 m de ancho y consideradas como Franjas o Sectores de Experimentación y de Control y en ella se efectuaron los ensayos de los métodos de cultivo. (Fig. 1A y B).

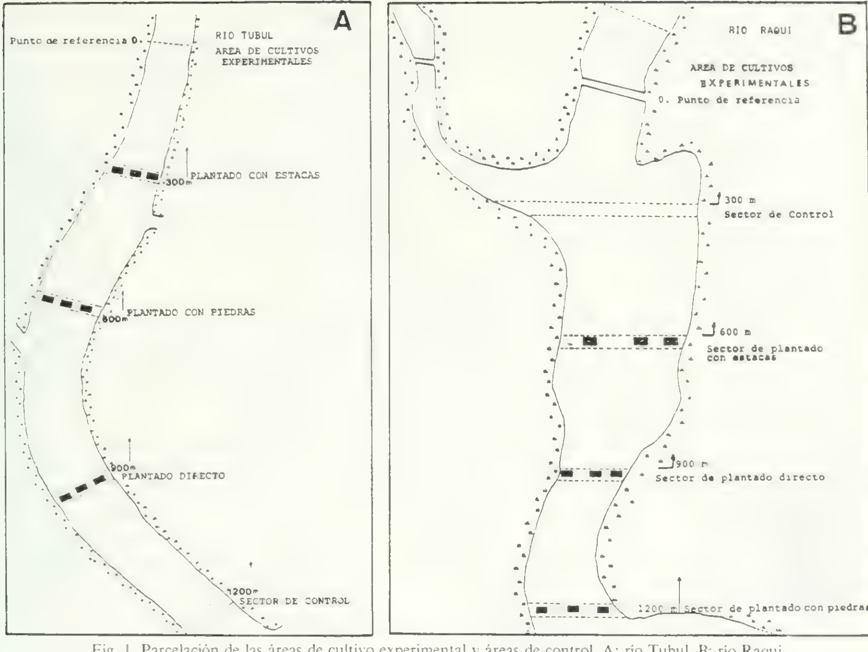


Fig. 1. Parcelación de las áreas de cultivo experimental y áreas de control. A: río Tubul, B: río Raqui.

4. **Métodos de cultivo**

a) Estacas de 40 cm de largo a la cual se ataron mechones de *Gracilaria* utilizando cuerdas vegetal o plástica. Las estacas fueron enterradas desde embarcaciones utilizando martinetes, accionados mediante una vara de eucaliptus de 3.5 m de largo. Las estacas se enterraban 30 cm bajo el sustrato con 10 cm emergidos. El largo de las plantas fue de 10 cm en la parte emergida y de 30 cm la porción enterrada. (Fig. 2 B).
Se colocaron 310 ejemplares en subsectores de 15 x 10 m, ubicados 2 en las bandas laterales del río y uno en la parte central. La plantación se efectuó desde embarcaciones.
Al plantar se delimitó el área mediante varas de eucaliptus colocadas en cada vértice del rectángulo de experimentación.
Area total plantada con este método en ambos ríos: 900 m^2.

b) Piedras (Fig. 2 C). Se utilizaron piedras de arenisca a las cuales se les hizo una cintura o surco mediano y se les ató talos de *Gracilaria* con cuerda vegetal o cuerda plástica. Las piedras con algas fueron lanzadas desde embarcaciones, delimitando previamente los sub sectores de 15 x 10 m con varas de eucaliptus para evitar dispersión en la colocación de las unidades. El tamaño de las frondas fue de aproximadamente 30 cm. Se experimentó en 2 subsectores cerca de cada ribera y uno en la parte central del río.

Area total plantada en ambos ríos: 900 m^2.

c) Plantado directo de algas utilizando horquilla de madera para enterrar la planta en el sustrato (Fig. 2 A). La porción de alga enterrada fue de aproximadamente 17-20 cm y la porción libre de 10 cm. El plantado se hizo desde embarcaciones y el número de unidades colocadas fue de 310 unidades en subsectores de 15 x 10 m.

A DIRECTO

B ESTACA

C PIEDRA

Fig. 2. Sistemas utilizados en los ensayos de cultivo en los ríos Tubul y Raqui. A: horqueta de madera unida a un vástago largo para enterrar el alga operando desde el bote. B: martinete metálico y estaca a la cual se ató matas de *Gracilaria* procediendo a enterrarla en el fondo. C: piedra de arenisca con alga para anclarla al fondo.

Area total plantada en ambos ríos: 900 m^2.

5. **Variaciones del nivel del sustrato**

Con el objeto de conocer las variaciones del nivel del sustrato se colocó en el centro de cada subsector de experimentación un marcador de madera con una ranura como indicador del punto cero. La medición se hizo a partir de la cara superior de la estaca expresando las variaciones en cm.

6. **Observaciones periódicas**

Biomasa: Obtención de 10 unidades de cada subsector y pesaje del alga húmeda (g/unidad de plantado).

Talla : Medición de talos de cada una de las unidades extraídas en cada subsector experimental y confección de gráficos para conocer variaciones de estructura de tallas.

Mediciones *in situ* de tallas máximas de las unidades de plantado en cada subsector estudiado.

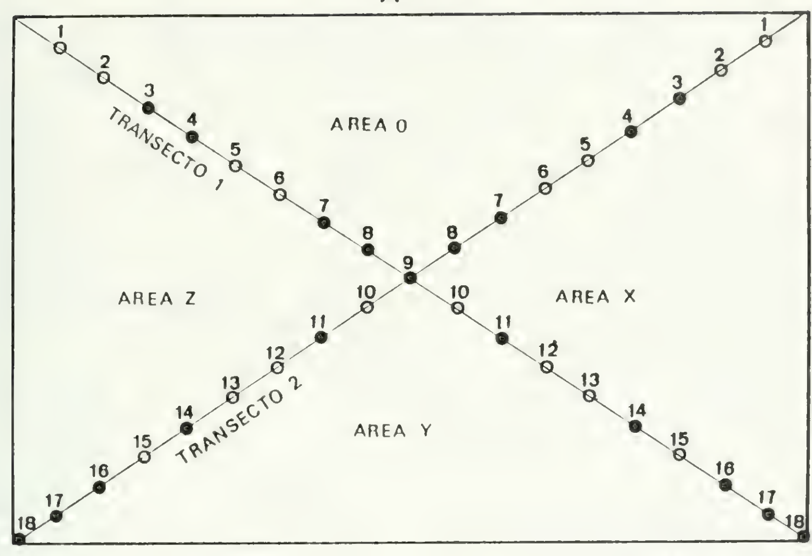
Densidad

Para obtener los datos de densidad se sortearon 10 estaciones de transectos diagonales (1 y 2) en cada subsector cultivado (Fig. 3 A). En cada estación y en una superficie de 1 m^2 se contó el número de unidades existentes. La expresión final está basada en el número de ejemplares plantados encontrados en el transecto. Se indica un valor de densidad equivalente a 20 unidades por transecto, cifra obtenida del trazado y distribución teórica de unidades.

Los datos de biomasa y talla se obtuvieron muestreando en las áreas O, X, Y, Z del sector de cultivo (Fig. 3 A).

Areas y transectos estudiados fueron sorteados como se indica en la Fig. 3 B y C.





B: TUBUL

SECTORES	AREAS		
	IZQ	CEN	DER
ESTACAS	Z	X	O
PIEDRAS	Y	Z	X
DIRECTO	Z	O	Y

C: RAQUI

SECTORES	TRANSECTO		
	IZQ	CEN	DER
ESTACAS	1	1	2
PIEDRAS	1	2	2
DIRECTO	2	1	1

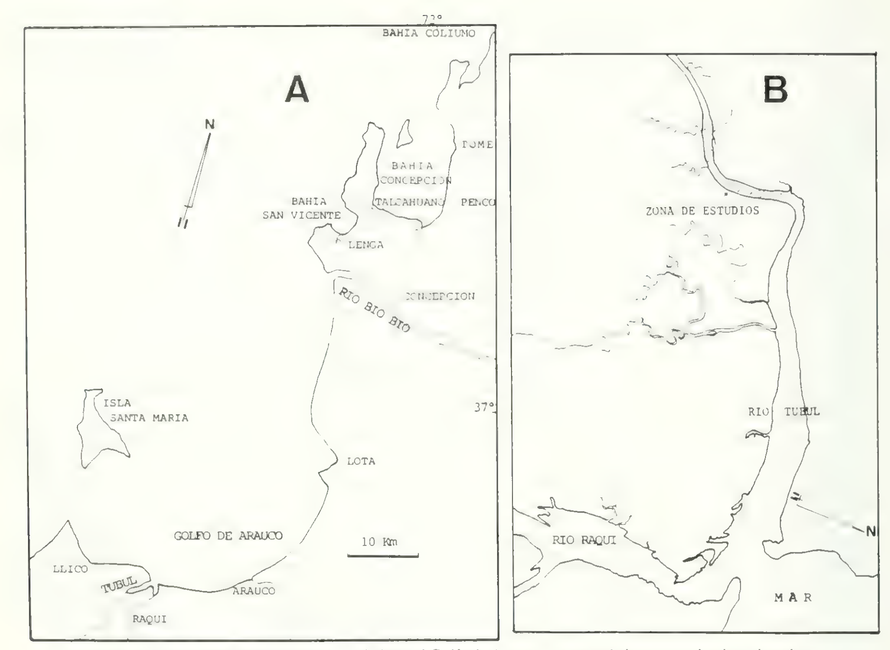
Fig. 3 A. Transectos, estaciones y áreas de muestreo sorteados para estudiar los sectores experimentales. Río Tubul (3 B). Río Raqui (3 C)

RESULTADOS

— Característica del área de trabajo:

Tubul es una localidad ubicada frente al Golfo de Arauco (36° 47'S, 73° 01'W) a 17 Km al sur de la ciudad de Arauco (Concepción Chile). (Fig. 4 A).

En este sector desembocan el río Tubul conjuntamente con el río Raqui. Ambos sistemas presentan características estuarinas con influencia marina marcada en los períodos de pleamar, condiciones que facilitan la existencia de praderas de *Gracilaria* en el curso inferior del rio. (Fig. 4 B).



Figs. 4 A y 4 B. Ubicación del área estudiada en el Golfo de Arauco y características generales de ambos ríos.

Pineda (1985) se refiere a la evolución paleogeográfica de la península de Arauco en el plioceno y plioceno reciente, proceso en el que se formó el río Tubul y que originalmente se caracterizó por la presencia de las subcuencas norte y sur las que paulatinamente, por procesos de relleno, depositación de sedimentos y solevantamiento quedaron estructuradas con las características actuales.

El río Tubul queda definido como un río de origen local con un curso aproximado de 17-19 Km, de pendiente suave y alimentado fundamentalmente por filtraciones y precipitaciones. La acción marina en pleamar influye sobre los 6 Km desde la desembocadura río arriba.

La velocidad del agua es cambiante dependiendo de las precipitaciones y de la acción de mareas de sicigia o de cuadratura. La temperatura del agua fluctúa entre 15-17 °C en el mes de octubre alcanzando a más de 20 °C en los meses de verano.

Gracilaria Tubul: Su fluctuación histórica

La información reunida (IFOP, Universidad de Concepción, SERNAP, Pescadores de Tubul) permite decir que en el año 1962 la pradera de *Gracilaria* cubría homogénea y densamente un sector de 3-4 Km en el área próxima a la desembocadura del río con posible extensión hacia el interior, en sectores menos densos. La extracción de este recurso aún no comenzaba en esta localidad.

La primera información técnica relacionada con prospecciones y evaluaciones de este recurso en Tubul fue obtenida por IFOP-Universidad de Concepción en el año 1967, quienes prospectaron una superficie de 43.7 Há determinando una biomasa-*in situ* de 9.210 ton de alga húmeda, con densidades de 20 Kg/m^2 y una cobertura de 80%. No hay registros de extracciones en ese año. (Tabla I).

TABLA I.- Prospecciones y Extracciones de *Gracilaria* en Tubul.

AÑO	MES	FUENTE DE INFORMACION	AREA PROSPECTADA Ha	BIOMASA PROSPECTADA TON. ALGA HUMEDA	BIOMASA EXTRAIDA TON. ALG. HUMEDA	BIOMASA $\bar{X}$ m^2
1962	—	Aerofotografía	Parte media inferior	—	S/R	
1967	—	IFOP-U. de C.	43.7	9.210	S/R	20 Kg/m^2
1968	—	IFOP-U. de C.	45	5.500	S/R	12.2 Kg/m^2
1970	—	IFOP-U. de C.	34	3.230	S/R	9.5 Kg/m^2
1980	—	SERNAP			1.596	—
1980	Sept.	ESPES	13.5	364,8	S/R	—
1980	Nov.	ESPES	19	638,4	S/R	—
1981	Ener.	ESPES	6	57,6	S/R	—
1981	Marzo	ESPES	13,5	201,6	S/R	—
1981	Oct-Dic.			140	S/R	—
1981	—	—	—	—	1.300	—
1982	—	SERNAP	—	—	2.100	—
1983	—	SERNAP	—	—	6.080	—
1984	12 Ener.	U. de C.	10.6	1.093	S/R	10.3 Kg/m^2
1984	27 Ener.	U. de C.	10.6	638	S/R	6Kg/m^2
1984	15 Feb.	U. de C.	10.6	S/R	S/R	-
1984	19 Feb.	U. de C.	9	264	S/R	2.5 Kg/m^2
1984	Nov.Dic.	U. de C.	—	—	130	—
1985	Ene-Marz	SERNAP	—	—	6.500	
1985	Nov.Dic.	Asoc. Gremial	—	—	100	-
1986	—	Asoc. Gremial	—	—	—	—
1987	Agos.Dic.	Asoc. Gremial			150	

En los años 1968 y 1970 ambas instituciones evalúan nuevamente el recurso sobre 45 y 34 Há, respectivamente, detectando cantidades de 5.500 y 3.230 ton de alga húmeda con una biomasa promedio de 12.2 y 9.5 Kg/m^2 en ambos años. Al igual que en la prospección anterior no hay registro de extracciones, pero existía ya comercialización del recurso.

Hay un largo período de 10 años (1970-1980) sin evaluaciones técnicas y sin datos de extracción en el área.

A partir del año 1980 hay registros más regulares relacionados con la producción algal del sector Tubul. SERNAP señala una cantidad de 1.969 ton de alga húmeda. En los meses de septiembre y noviembre, en superficies de 13.5 Há, y

19 Há ESPES detecta 364.8 toneladas y 638.4 toneladas, respectivamente, sin datos de extracciones.

En el año 1981 ESPES estudia nuevamente la pradera durante los meses de enero-marzo y octubre-diciembre (6 y 13.5 Há, respectivamente) detectando valores claramente más bajos; hay una extracción total de 1.300 toneladas de alga húmeda en el área.

En 1982 y 1983 no se indican evaluaciones pero SERNAP señala extracciones de 2.100 y 6.080 toneladas de alga húmeda respectivamente.

En 1984, la Universidad de Concepción evalúa periódicamente la pradera de algas en sus sectores más abundantes, antes y después de extracciones, logrando un interesante registro de datos que va desde 1.093 toneladas prospectadas el 12 de enero hasta quedar en valores de 264 toneladas de alga húmeda el 29 de febrero del mismo año. La biomasa promedio por m^2 bajó de 10.3 Kg a 2.5 Kg/m^2. (Tabla I).

En 1985 hubo extracción intensa de *Gracilaria* en valores de 6.500 toneladas húmedas, extrayéndose en noviembre y diciembre sólo 100 toneladas húmedas con declinación posterior fuerte hasta agotamiento total de la pradera.

Ante esta situación, la Asociación Gremial de Pescadores y Sindicato de Pescadores de la localidad solicitan colaboración y guía a SERNAP Regional y a la Universidad de Concepción, proponiendo este último un Programa de Manejo que fue acogido y está siendo impulsado por la Comunidad de Pescadores de Tubul.

Proposición de un Programa de Manejo Integrado de *Gracilaria* en Tubul

La idea de Manejo Integrado de poblaciones recursos implica una concepción moderna de administración en la cual se trata de armonizar, en un proceso paulatino y planificado, componentes de los campos social, ecológico y económico. Como parte fundamental del sistema, debe integrarse además un acccionar legislativo y de control, el cual, formando parte importante del componente social, se nutre de los resultados obtenidos en las tres áreas mencionadas para aplicar políticas locales, pero imparte directrices generales, que forman parte de un Programa Económico-Social nacional.

En mayo de 1986 se recibe información de la Asociación Gremial de Pescadores, Buzos, Mariscadores y Algueros y Sindicato de Pescadores de Tubul en relación a que la pradera de *Gracilaria* en Tubul ha desaparecido totalmente por sobreexplotación. A esta situación caótica del recurso *Gracilaria* se llegó debido a los siguientes factores:

— Existencia de pradera abierta a la extracción.
— Ausencia de normas de administración y manejo del recurso.
— Acceso indiscriminado de pescadores, pobladores de ciudades vecinas y de campesinos.
— Existencia de 2 agrupaciones de pescadores que no se organizaron para regular la extracción del recurso.
— Buenas ofertas de precios, componente que no respetó las leyes biológicas y ecológicas del recurso, presionando la extracción de *Gracilaria*.
— Situación económica en general difícil para la gente de escasos recursos y que derivó en actividades pesqueras fáciles y rentables como es la extracción de algas.
— Desinterés de parte de los pescadores para apoyar actividades de cultivo y recuperación del recurso.
— Incremento de la población con actividades extractivas en el área.

Se plantea a SERNAP VIII Región (Servicio Nacional de Pesca) el problema, quien lo acoge exigiendo un acuerdo entre Asociación y Sindicato referente a un Plan de Manejo del área.

El objetivo general es lograr una integración amplia de los pescadores de Tubul tras la meta de recuperar la pradera de *Gracilaria*, desaparecida por sobreexplotación, implementando un sistema de manejo ordenado de ambiente, recursos y participación humana. El plan contempló los siguientes aspectos:

Bases Biológicas y Ecológicas

— El manejo o administración del recurso *Gracilaria* requiere de información científico-técnica, biológica y ecológica, información que debe reunirse permanentemente en el corto y largo plazo y considerada básica para proceder al incremento, uso y perduración del recurso en el espacio y el tiempo.
— Se dará especial atención a las variaciones de

talla, densidad y biomasa de *Gracilaria* a problemas de embancamiento, perduración y desprendimiento de talos en sectores experimentales especialmente seleccionados.

- Los aspectos reproductivos serán objeto de estudios detenidos para conocer su posible rol como factor de propagación del alga.
- El comportamiento ambiental puede ser determinante en la respuesta del alga. La interacción con otras especies animales y/o vegetales puede influir en el rendimiento y perduración del alga recurso. Su estudio se efectuará en sectores especialmente elegidos.
- Debe prestarse especial atención a cualquier fuente de contaminación real o potencial para evitar su acción en el área.
- La existencia de *Gracilaria* en el área de Tubul, ya sea fija al fondo marino, inmediatamente fuera de la desembocadura de los ríos Tubul y Raqui o al fondo de los ríos mencionados, flotante o varada será considerada como proveniente de áreas particulares, cultivadas, de tal manera que su tenencia y venta en forma individual quedará estrictamente prohibida.
- *Gracilaria* varada o flotante será diariamente recolectada y apozada para ser utilizada en el programa permanente de cultivo.

Bases Económicas

- El nivel económico (extracción y venta) estará siempre supeditado o dependiente del comportamiento de la pradera y de los procesos biológicos de recuperación e incremento en biomasa y condición de *Gracilaria*.
- La comercialización del alga será efectuada centralizadamente por la agrupación responsable de las áreas cultivadas, prohibiéndose la comercialización individual en toda época del año.
- Será responsabilidad de una Comisión Económica, especialmente designada, lograr los mejores tratos económicos del recurso o incursionar en procesos o sistemas más ventajosos para la comunidad.
- El transporte de *Gracilaria* desde el área de Tubul será efectuado con la autorización exclusiva de la agrupación responsable del recurso. El transporte de *Gracilaria* del sector, sin la autorización correspondiente, será considerado robo de pertenencia privada.
- De las utilidades obtenidas por la comercialización del alga cultivada durante la realización del Programa de Cultivo y recuperación de la pradera se propone se deje:
  - Un 12% del valor de la venta para apoyar el Programa de Investigación y será manejado por la Unidad Ejecutora de común acuerdo con la Comisión Económica.
  - Un 5% para el programa social, fondos que serán utilizados por la Comisión Económica según plan acordado por los integrantes del programa. El plan de desarrollo social deberá contar con el estudio de un sociólogo.
  - Cumplido el Programa General de Cultivo y recuperación de praderas, deberán establecerse fondos para un Programa Científico-Técnico y Social Permanente, fondos derivados de la actividad pesquera total del área Tubul organizada convenientemente.

Bases Técnicas

- Dar comienzo a un programa intensivo de plantación de *Gracilaria*.
- Los usos de instrumentos y sistemas de plantación deben ser adecuados a los tipos de hábitats existentes en el área. Este aspecto va relacionado a las características ambientales, a la capacitación del personal, al costo que ello significa en dinero, tiempo y esfuerzo aplicado.
- El uso de instrumentos y sistemas de extracción del recurso deben ser cuidadosamente estudiados para seleccionar el más efectivo y el menos destructivo.
- Como parte de un programa a largo plazo deberá contemplarse un tratamiento de recolecta, lavado, limpieza y uso apropiado del alga, aspectos que indudablemente deben redundar en mayores beneficios a la comunidad.
- Se mantendrá un Programa de Capacitación de Personal como parte importante del Plan de Cultivo y Manejo de *Gracilaria*.

Bases Sociales

- Los pescadores de Caleta Tubul se organizarán o se asociarán en una estructura legal para responsabilizarse oficialmente de la tuición y manejo del área donde existía la pradera natural y de la nueva pradera a cultivar artificial-

mente. Esta organización deberá tener autorización para comercializar productos marinos.

— Permitir, antes del inicio del programa, que toda persona que cumpla con los requisitos de:

Edad mínima.

Carnet de pescador artesanal.

Tiempo de residencia mínima de 2 años en la caleta.

Compromiso a participar activamente en el plan de cultivo y manejo de recursos marinos respetando las recomendaciones bioecológicas, sociales y económicas.

Recibir una licencia de acceso, dada por SERNAP o por el Grupo de Pescadores organizados.

Se dejará una instancia de apelación para aquellos casos que hayan sido excluidos y que ameriten su posibilidad de participar en el programa.

— Es importante que al momento de inscribirse indiquen qué elementos de pesca pondrán a disposición del programa.

— En julio de cada año se hará una revisión y decisión referente a las personas que tienen acceso al recurso, reconsiderando la inclusión al programa de nuevos asociados si es que el recurso así lo permite.

— Cada poblador de Caleta Tubul y personas participantes tendrán la obligación de colaborar a la realización de este programa y vigilar permanentemente las plantaciones de *Gracilaria*.

— Se implementará un Programa de Desarrollo Social, para lo cual se contará con un fondo reunido con el aporte del 5% de la comercialización del alga. Este fondo, de acuerdo a un programa propuesto, será administrado por una Comisión Económica especial.

Bases Administrativas

— Se procederá a un empadronamiento de los participantes en el programa otorgándose las licencias correspondientes.

— No se otorgarán otras licencias para cultivo en el sector Tubul, ni en los ríos, ni en el área marina vecina.

— Se informará convenientemente del programa al Poder Judicial, policía, vecinos de Tubul y Arauco solicitando al mismo tiempo apoyo y colaboración.

— Se informará convenientemente de las sanciones en que se incurrirá por tenencia y venta ilícita de *Gracilaria*.

— Se constituirá una Comisión de Manejo de la Pradera de Tubul (COMAPT) integrada por personal de SERNAP, Unidad Ejecutora, Directivos de Pescadores de Caleta Tubul.

— Se constituirá una comisión económica del programa integrada por:

— Personal de Pescadores Caleta Tubul, y

— Personal Unidad Ejecutora.

— Las normas y metódicas de extracción serán propuestas por la Unidad Ejecutora a la COMAPT para su operación definitiva.

— Se sugiere que se haga todo el esfuerzo posible para lograr una sola agrupación de pescadores en el sector Tubul.

— Ante cualquier situación de desorden en el área de trabajo (Tubul) y no cumplimiento de los compromisos contraídos, SERNAP propondrá a las autoridades centrales pertinentes las medidas que deben aplicarse ante tal situación.

— Se deja establecido que, según criterio de la Unidad Ejecutora, cabe la posibilidad que, con el espíritu de acelerar la recuperación de las áreas con *Gracilaria*, durante las tres etapas de este programa (3 años) no haya venta de *Gracilaria* y toda la producción sea utilizada exclusivamente en procesos de cultivos.

Acciones Inmediatas

A.— Estudios ambientales y ensayos de cultivo en los ríos Tubul y Raqui.

Los antecedentes ya logrados son los siguientes:

a.—Batimetría

La batimetría del sector depende en gran medida de las precipitaciones y de las pleamares. En cada río hay un sector central más profundo con marcas de hasta 200 cm durante bajamar. En ambas bandas hay sectores de 35 cm de profundidad alternando con áreas de 80-185 cm en el río Tubul. En el río Raqui las mayores profundidades están en la ribera derecha (300-350 cm) cerca de la desembocadura. (Fig. 5 A y B).

b.— Sedimentología

En el río Tubul la escasa inclinación del terreno permite la presencia de sedimentos finos; arena fina cubre gran parte del lecho del río y preferentemente la parte central. (Fig. 5 C). Arena muy fina, en los márgenes, frente a la desembocadura de esteros o lugares con baja velocidad del agua. Limo-arcilla es también abundante y arena gruesa menos frecuente en el área. Fango anóxico se presenta especialmente en áreas poco dinámicas y en zonas en que *Gracilaria* está presente actuando como trampa de sedimentos.

En el río Raqui, frente a arroyos secundarios, se presenta el sedimento más fino (arena muy fina, limo arcilla) (Fig. 5 D). Un área grande del lecho del río presenta arena fina especialmente en la ribera izquierda con arena media en las partes central y derecha. Cerca de la desembocadura hay presencia de sustrato rocoso.

c.— Ensayos de cultivos con estacas

El comportamiento de *Gracilaria* plantado con estacas fue el siguiente:

1.—Densidad

La perduración de unidades plantadas con este método en el río Tubul, expresada como densidad promedio final del estudio, fue baja no sobrepasando el 35% en el sector central. El número final de unidades detectadas por transecto fue 7 sobre una base de 20 iniciales. (Fig. 6 A).

En el río Ranqui el sistema mantuvo densidades importantes hasta el final del estudio y en todos los sectores. La perduración de las estacas fluctuó de 55 y 60% con densidades bastante altas en el mes de agosto, en las bandas izquierda y derecha respectivamente. (Fig. 6 B).

2.—Talla máxima

Las tallas de las frondas en el río Tubul, tuvieron incrementos finales totales de 350 y 380% en las bandas experimentales izquierda y central. El tamaño promedio de tallas máximas aumentó desde 10 cm iniciales a 45 y 68 cm finales.

En el río Raqui se lograron incrementos finales de 400, 720 y 990% en las bandas derecha, central e izquierda respectivamente.

3.—Estructura de tallas

En el río Tubul, en agosto, hubo dominancia de tallas inferiores a los 30 cm desplazándose en noviembre a tallas de 40 cm con buena representatividad de las clases de 50 y 60 cm. En diciembre en la banda central se observa un proceso regresivo con importante manifestación de las clases de 10, 20 y 30 cm. En la banda izquierda hay situación de equilibrio en torno a la clase de los 30-40 cm. (Fig. 6 C y D).

En el río Raqui en el mes de agosto hay dominancia de la clase de 20-30 cm de longitud en las 3 bandas. En noviembre hay marcado desplazamiento a las clases de mayor tamaño con representación de las clases de 80 cm y superiores. En diciembre se expresan nuevamente las tallas menores, manifestándose todas las clases de tamaño (1-10 cm hasta la de 80-90 cm y superiores). Se observa un inicio de regresión hacia las tallas pequeñas. (Fig. 7 B).

4.— Biomasa

La biomasa tuvo en el río Tubul un descenso importante hacia agosto, logrando incrementos totales finales de 281 y 291% en las bandas izquierda y central, respectivamente, en diciembre. (Fig. 8 A).

En el río Raqui el método mostró valores finales negativos de biomasa en las bandas central y derecha. El valor más alto fue en la banda izquierda en donde se lograron incrementos finales de 440%. (Fig. 8 B).

d.— Ensayos de cultivo con piedras

Se usaron "piedras" de arenisca como elemento de plantado, de textura blanda, ya que era fácil de tallar y con altas posibilidades de no inducir modificaciones definitivas al sustrato al producirse disgregación del elemento.

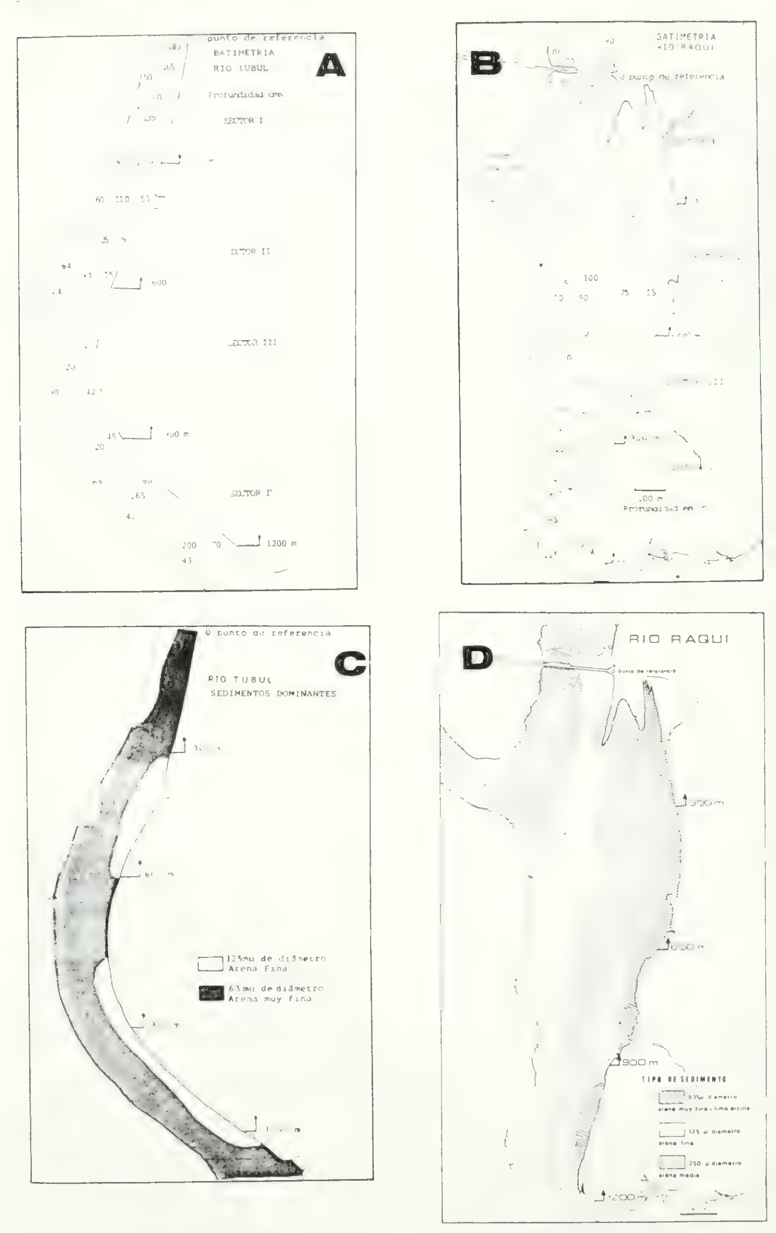
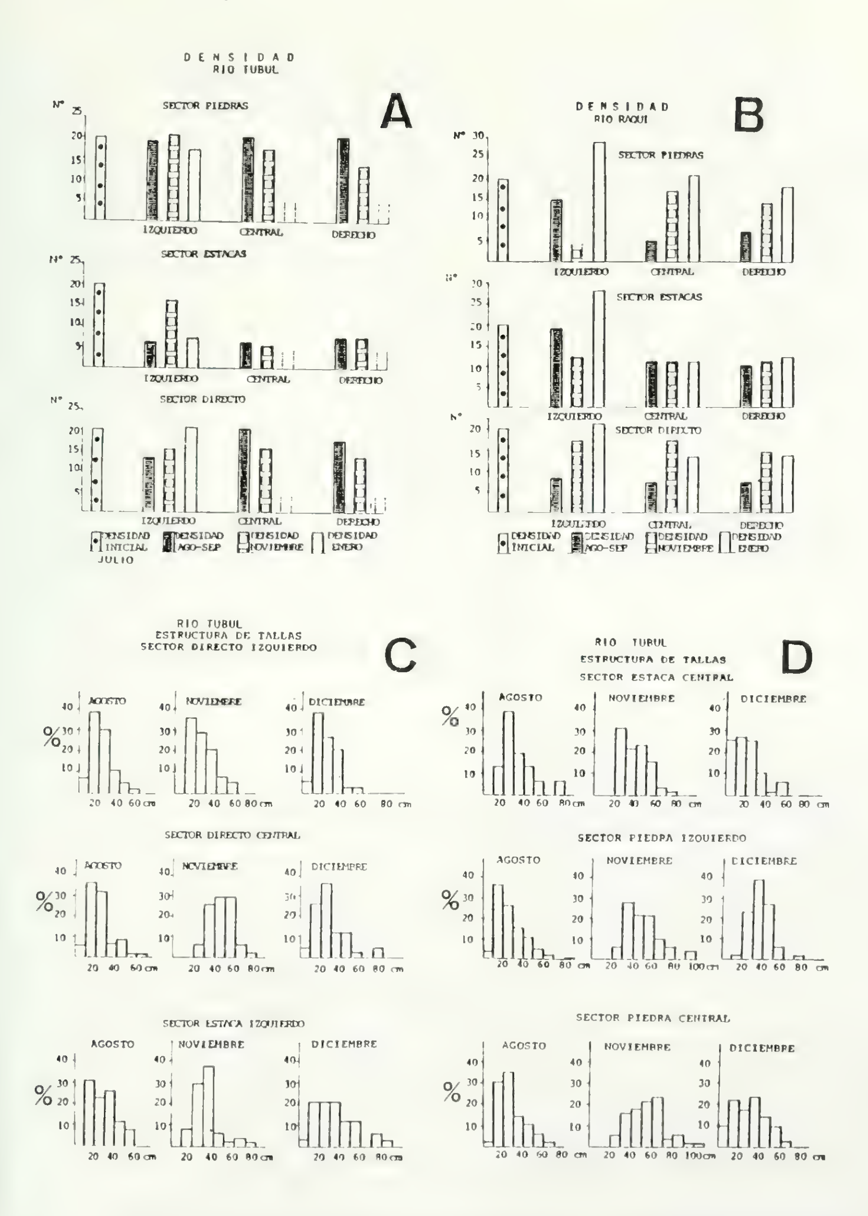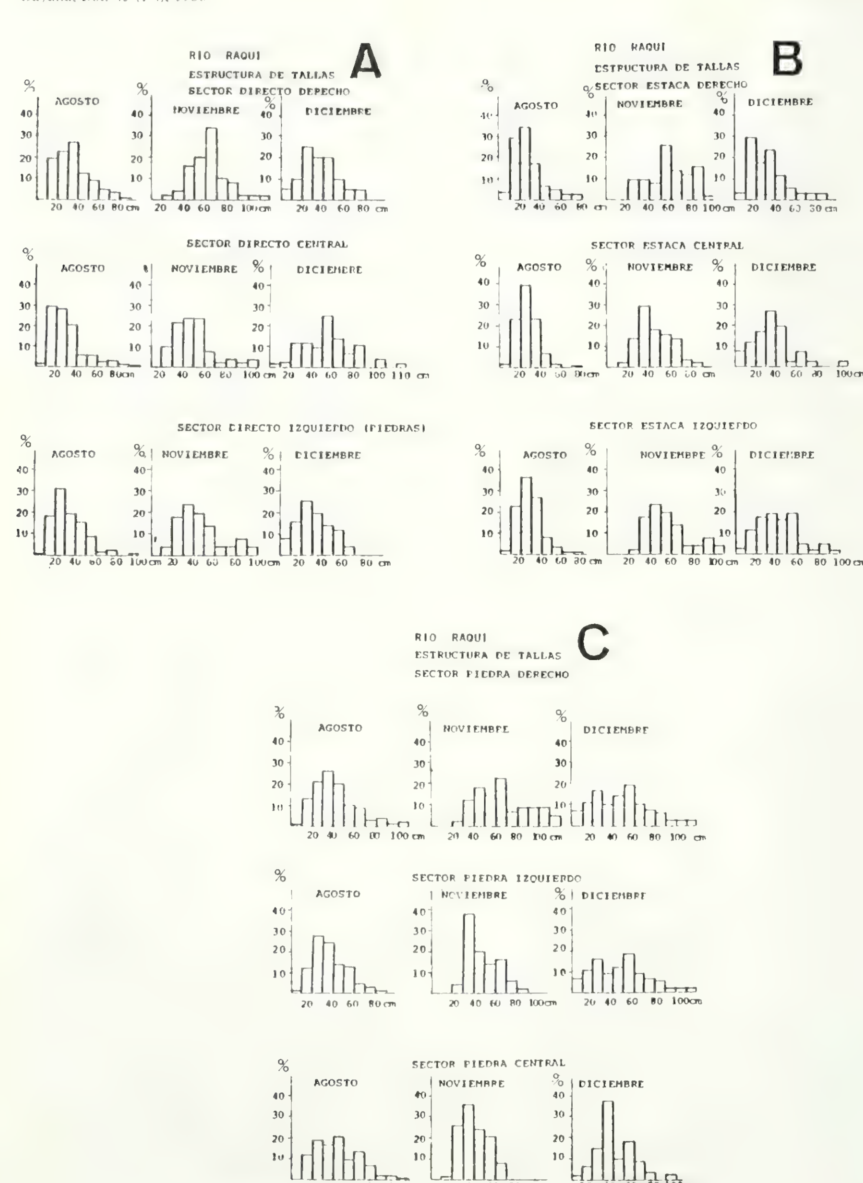


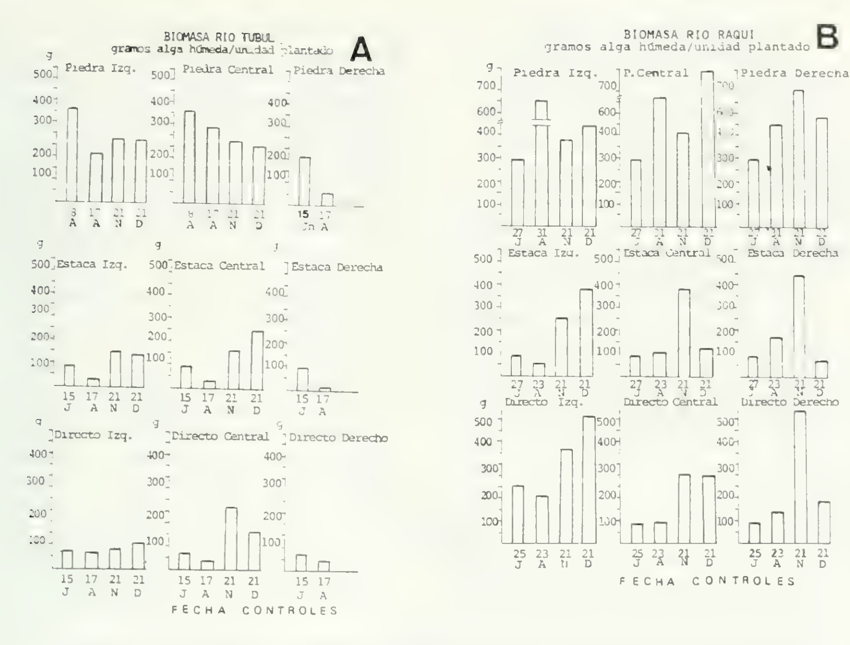
Fig. 5. Características ambientales de las áreas. A y B: batimetría, C y D: distribución de sedimentos dominantes.



Figs. 6 A y B. Fluctuaciones de la densidad de *Gracilaria* implantada. C y D: fluctuaciones de la estructura de talla de plantas cultivadas en el rio Tubul



Figs. 7 A, B y C. Fluctuaciones de la estructura de tallas de plantas cultivadas en el rio Raqui.



Figs. 8 A y B. Fluctuaciones de biomasa de plantas cultivadas experimentales en los ríos Tubul y Raqui.

1 **Densidad**

En el río Tubul, bandas izquierda y central, se lograron promedios de 100 y 65% con respecto al valor inicial. (Fig. 6 A).

En el río Raqui la respuesta no fue importante, aunque en la banda derecha el rendimiento final fue alto (90%). (Fig. 6 B).

En este sector se observó cubrimiento rápido de las unidades de plantado y el alga proliferó abundantemente. El proceso de entierre en el sector izquierdo fue más lento habiendo correspondencia con la densidad lograda en el plantado en la banda izquierda del mismo río donde, debido a la dureza del sustrato, se utilizó plantado con piedras. En este caso el resultado de densidad final fue de 35%.

2 **Talla máxima**

En el río Tubul la talla máxima no logró cifras significativas con un incremento promedio final de 86%, valor que, sin embargo, casi duplicó la talla inicial de 30 cm utilizada en el plantado y con algunos registros de 70 y 80 cm. en el río Raqui el método mostró ser más efectivo ya que el incremento total final más bajo fue de 163% en la banda derecha y de 316% y 380% en las bandas central e izquierda respectivamente y sobre un valor inicial de 30 cm.

3 **Estructura de Tallas**

En agosto, en el río Tubul las clases mejor representadas estaban comprendidas entre los 10 y los 30 cm. En noviembre las tallas más representativas fueron los de 30 a 60 cm, restringiéndose en diciembre, a la clase de 30 a 40 cm en las bandas izquierda y central. (Fig. 6 D).

En el río Raqui el muestreo del mes de agosto indica dominancia de las clases me-

nores de 50 cm y representatividad de tallas de 20 a 70 en el mes de noviembre. En diciembre, este aspecto se mantiene, aunque con una representación mayor en cuanto a número de clases. (Fig. 7 C).

4 **Biomasa**

Los dos sectores que perduraron hacia el final señalaban sólo valores de 66 y 62% de la cantidad inicial. Los resultados en general fueron positivos, lográndose incrementos finales de 61 a 299%, aunque se detectó decrementos desde julio a noviembre en las bandas izquierda y central. El alga utilizada fue de mejor calidad, ya que fue extraída directamente de la pradera natural y no obtenida de arribazones como la que se utilizó en el río Tubul. (Fig. 8 A y B).

e.— Ensayos de cultivos con Plantado Directo

En atención a la existencia de sustrato blando, se consideró entre los métodos a ensayar el de Plantado Directo, utilizando una horqueta de madera accionada desde embarcaciones para enterrar el alga en el fondo.

1 - **Densidad**

En el río Tubul, en las bandas izquierda y central, la densidad al cabo de 6 meses de experimentación logró mantenerse en 65%, aunque se constató en el sector derecho pérdida total posiblemente por acción humana. (Fig. 6 A).

En el río Raqui el sistema funcionó bien. Las densidades fueron relativamente altas manteniendo al final del estudio valores de 65% y 70% en las bandas derecha y central respectivamente. (Fig. 6 B).

2 **Talla máxima**

La talla máxima alcanzada en ambos ríos fue alta, alcanzando en el río Tubul desde julio a enero incrementos de casi 400% y sobre 104% como promedio. Tallas máximas de 93 cm fueron medidas (enero de 1985) en el río Tubul y de 250 cm en el río Raqui. Ambas en el sector experimental central.

3 **Estructura de tallas**

A partir de agosto se observa un incremento en la representatividad de las clases superiores a 20 cm con dominancia de la clase de 40-60 cm en la banda central del río Tubul. La estructura de tallas no muestra gran amplitud con representación de las clases de 10 hasta 70 cm de largo. (Fig. 6 C).

Diferente es el aspecto encontrado en el río Raqui, algas que muestran una mayor amplitud en la estructura de tallas con representatividad de frondas de 80 y 100 cm o superiores. Las tallas más frecuentes se ubican entre los 30 y 70 cm. Hay tendencias hacia el verano, a una distribución normal de las tallas. (Fig. 7 A).

4.— **Biomasa**

La biomasa en el río Tubul tuvo un incremento total final (diciembre de 1984) de 169-227% en las bandas izquierda y central respectivamente. En el mes de noviembre, en la parte central, alcanzó a 340% de incremento. (Fig. 8 A).

En el río Raqui, el incremento mayor, medido en diciembre, fue de 299% y en el mes de noviembre el sector derecho logró 612% con un valor final de 186%. (Fig. 8 B).

B.— Plantación masiva de *Gracilaria* en el río Raqui.

Con fecha 15 de enero de 1985 se efectuó una plantación masiva de *Gracilaria* en el río Raqui sobre una superficie total aproximada de 1 y 1/4 Há (12.500 m²). La cantidad de alga fresca utilizada fue de 12.000 Kg. El sector seleccionado se ubicó cerca de la desembocadura del río al mar, área con influencia marina acentuada.

Con la ayuda de embarcaciones menores y utilizando horquillas de madera con asa de 3 m de largo, se procedió a implantar el alga en el sustrato arenoso o fangoso directamente.

Con fecha 1° de marzo de 1985 se procedió a cosechar el sector plantado, después de 45 días de crecimiento. La labor se efectuó con la ayuda de 27 buzos Hooka apoyados por embarcaciones menores. Se cosechó durante 5 horas de trabajo la cantidad de 60.000 Kg de alga húmeda, lo que señala un rendimiento de 5 veces el aporte inicial, cantidad a la cual debe sumársele el remanente de, al menos, 12.00 Kg que permaneció plantado en el sector.

Con fecha 1° de abril se efectuó una segunda cosecha, obteniéndose 30.000 Kg de alga húmeda.

La metodologia a utilizar en la extracción de *Gracilaria* estipuló como condición la cosecha manual; y para no desprender el alga desde el sustrato se aconsejó el corte mediante torción de matas de talos, dejando plantas de 30 cm de longitud implantada al fondo.

C.— Evaluación de los métodos de plantado

a.— Evaluación estadística del rendimiento de biomasa de los tres métodos utilizados.

En esta evaluación se consideraron los resultados finales de biomasa obtenidos en el río Raqui y no se incluyeron los resultados finales de los subsectores central y derecho en atención a posible intervención humana en allos.

Los resultados presentados en este análisis son válidos para ambos ríos estudiados. Tablas II - IV.

TABLA II.- Datos de biomasa final obtenida en el río Raqui, con los tres métodos de plantado en los sectores izquierdo (I), central (C) y derecho (D).

X : g por unidad de plantado
Biomasa inicial 88/g unidad de plantado
Fecha de inicio 20-27 de agosto de 1984
Fecha de término 19 de diciembre de 1984

PLANTADO DIRECTO			PLANTADO PIEDRA			PLANTADO ESTACA
I	C	D	I	C	D	I
569	42	267	183	196	165	575
241	440	219	113	344	251	310
345	204	101	90	344	138	515
276	778	93	236	239	94	672
190	343	204	139	210	75	450
303	250	361	49	171	186	320
138	333	125	221	262	150	75
293	74	69	159	105	142	520
128	74	114	138	287	60	250
148	74	139	48	359	174	190
	n 30			n 30		n 10

TABLA III. Análisis de varianza. Rendimiento final en biomasa de los tres métodos ensayado en el río Raqui

Fuente de variación	SC	GL	MC
Total	1.714.299,8	69	
Grupos	331.633,5	2	165.816,75
Error	1.382.666,3	67	20.636,81

F = Grupos MC / Error MC = 8,035

F 0.05 (1), 2, 67 = 3,13

Los métodos de plantado son significativamente diferentes en relación al rendimiento final en biomasas.

Este resultado nos indica el rechazo de la hipótesis de igualdad de promedios para los tres métodos, pero compara las diferencias entre cada uno de ellos. Para ello se empleó el método de análisis de Newman-Keuls (Tabla IV).

TABLA IV.- Test de Newman-Keuls para detectar si existe diferencia significativa en rendimiento de biomasa final entre los métodos de plantado.

LOS DATOS PROVIENEN DEL ANALISIS DE VARIANZA ANTERIOR

DONDE: H_0: $u_1 = u_2$ u_3 fue rechazada

S^2 = ERROR MC = 20.636,81
ERROR GL = 67

	Piedra	Directo	Estaca
RANGOS DE PROMEDIOS	1	2	3
PROMEDIOS	137,6	263,1	387,7
TAMAÑO DE LAS MUESTRAS	30	30	10

COMPARACION	DIFERENCIA $\bar{X}_B - \bar{X}_A$			p	q), 05, 60, p	CONCLUSION
3 vs 1	250,1	37,092	6,743	3	3,399	$\mu_3 \neq \mu_1$
3 vs 2	124,6	37,092	3,359	2	2,829	$\mu_3 \neq \mu_2$
2 vs 1	125,5	26,228	4,785	2	2,829	$\mu_2 \neq \mu_1$

El análisis de varianza de Test de Newman-Keuls indica que los tres métodos son significativamente diferentes entre sí. Siendo mejor el método de "Plantado con estaca".

b.— Evaluación de los métodos considerando el esfuerzo aplicado.

TABLA V.- Rendimiento de la actividad utilizando el método de plantado directo.

Tiempo: Minutos

Número de Unidades	Tiempo de obtención de material	Tiempo de traslado a rio Tubul	Tiempo de traslado a río Raqui	Tiempo de plantado	Número de personas
620	70	15	8	60	5
420	55	15	8	40	6
310	60	15	8	45	4
200	45	15	8	34	4

En el río Tubul : 5 personas pueden colocar 388 unidades utilizando un tiempo total de 1 hora y 56 minutos.

En el río Raqui : 5 personas pueden colocar 388 unidades en un tiempo total de 1 hora y 49 minutos.

TABLA VI.- Rendimiento de las actividades utilizando el método de plantado con estaca.

Tiempo: Minutos

N° de Unid.	Obtención	Descarga	Preparación	Carga	Traslado río Tubul	Traslado río Raqui	Colocación	N° de person.
630	75	10	98	20	16	12	110	5
140	75	10	78	45	16	12	35	2
565	70	10	130	30	16	12	144	4
310	50	7	65	16	16	12	45	6
220	60	10	60	20	16	12	45	4
90	55	7	68	12	16	12	45	2
60	30	5	20	10	16	12	20	4

En río Tubul: 4 personas preparan y colocan 287 unidades en 4 horas y 2 minutos.

En río Raqui: 4 personas preparan y colocan 287 unidades en 3 horas y 58 minutos.

(en este cálculo se ha considerado el tiempo empleado en la obtención de palos en áreas boscosas vecinas, traslados, preparación hasta la plantación de las unidades.

TABLA VII.- Rendimiento de las actividades utilizando el método de plantado con piedras.

Tiempo: Minutos

N° de Unid.	Obtención	Descarga	Preparación	Carga	Traslado río Rubul	Traslado río Raqui	Colocación	N° de pers.
310	80	30	155	30	15	12	15	4
310	70	28	150	27	15	12	15	4
310	75	33	140	29	15	12	15	4
150	20	15	75	16	15	12	15	[illegible]
350	60	28	180	25	15	12		4
180	45	25	110	20	15	12	14	3
121	30	20	65	15	15	12	[illegible]	4

En el río Tubul : 4 personas preparan y colocan 247 unidades en 4 horas y 16 minutos.

En el río Raqui : 4 personas preparan y colocan 247 unidades en 4 horas y 13 minutos.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Consideraciones generales

El área de estudio presenta características especiales y apropiadas para sustentar praderas de *Gracilaria*. El desnivel de los ríos es suave y la influencia de marea se hace sentir sobre los 6.000 m de distancia desde la desembocadura hacia el interior con valores de salinidad de hasta 22‰ en niveles de fondo (1.5 m de profundidad) y 10‰ en superficie en el río Tubul en pleamares de 1.60 m.

El estudio efectuado por Pineda en la península de Arauco señala el origen del sector Tubul, inicialmente marino, el cual después de largos procesos quedó estructurado con las características actuales. Este origen responde a la presencia de *Gracilaria* en ambientes como los del río Tubul, como remanente de poblaciones típicamente marinas, en ambientes que sufrieron modificaciones a lo largo del tiempo.

El río presenta además altos valores de temperatura con respecto al área marina vecina el flujo regular de agua y las variaciones de salinidad en cada ciclo mareal mantien las frondas limpias, sin epífitos y sistemas de fijación a fondo arenoso o fangoso en buenas condiciones biológicas.

El efecto de la explotación intensiva repercutió fuertemente en la biomasa de *Gracilaria* hasta su agotamiento, producto de ausencia de normas de extracción (bienes abiertos), pugna extractiva de dos grupos sociales organizados a los cuales se sumó la acción de campesinos y personas de pueblos vecinos y oferta permanente de compra a buen precio del nivel económico.

Evaluación pre y post cosecha detecta claramente los efectos en las variaciones de biomasa de la pradera en el corto plazo. Las extracciones sostenidas en el tiempo muestran estas mismas variaciones, pero con efectos más desastrosos.

El plan de manejo propuesto, sustentado sobre premisas básicas de orden social, ecológico y biológico, económico, administrativo y técnicas permitió un accionar positivo de la comunidad de Tubul. Las acciones de cultivo y la capacitación de pescadores fueron pilares fundamentales en la recuperación de *Gracilaria*. Todo lo cual, sin embargo, no se habría podido realizar si es que toda la comunidad de pescadores, en forma responsable y madura, no aceptaran el desafío de estructurarse y organizarse en procura de una meta común, la recuperación de la pradera a niveles productivos.

Durante el año 1987 la pradera produjo alrededor de 150 ton de alga húmeda, en un proceso con resultados claramente positivos y en el cual el plan de desarrollo contempla atención preferencial a los requerimientos sociales de niños, jóvenès, adultos y ancianos. El Programa de Manejo y Desarrollo ha estado siempre presente tanto en directivos del grupo de pescadores como en cada uno de los integrantes de la comunidad.

Las recomendaciones y conclusiones de los sistemas de cultivo utilizados son las siguientes:

Sistema de estacas

1.—La colocación de alga corta, en mal estado o mal amarrada determinará que ésta quede totalmente enterrada en el sedimento sin posibilidades de crecer o que se suelte al momento de enterrar la estaca.
2.—Si se dejan pocos talos emergentes de sustrato, la tendencia será tener ramos muy ramificados y con alta biomasa sustentada en muy pocos filamentos basales. Las torciones provocadas por las corrientes tenderán a cortar las algas dejando una pobre biomasa remanente. El roce de los filamentos basales sobre el borde de la estaca, tiende a cortar y a desprender las algas.
3.—La colocación de filamentos largos y abundantes permitirá un crecimiento masivo, con buen rendimiento, alta posibilidad de entierre del sistema al actuar como trampa de sedimentos.
4.—Se recomienda la cosecha a unos 10-15 cm por sobre la superficie del sustrato y en lo posible "entresacando" alga más bien que efectuando cortes o sección del alga con cuchillo. Este método permite dejar filamentos más largos y otros más pequeños, hecho que facilita la recuperación de la biomasa sacada.

Sistema de piedras

1.—La ruptura de la pitilla vegetal produce pérdida del alga colocada y si el sistema de amarre no está debidamente apretado se genera desplazamiento del alga hacia la parte superior de la piedra y el roce con la cuerda determina corte y pérdida del alga.

2.—La colocación de abundantes filamentos en la cara superior e inferior de la piedra y un buen sistema de amarre, permitirá un eficiente enterramiento y crecimiento de los talos.

3.—No es aconsejable la colocación de piedras duras en lo posible de areniscas, en atención a que el sustrato se puede modificar si es que no hay buen enterramiento de ellas generándose entonces un ambiente diferente sobre el cual puede fijarse un tipo de fauna y flora altamente competitiva con *Gracilaria*.

Sistema de plantado directo

1.—El alga que queda totalmente enterrada en el sedimento pierde sus posibilidades de desarrollo al impedirse sus procesos de fotosíntesis.

2.—El afloramiento de escaso número de talos fuera del sustrato determinará el incremento abundante de biomasa sobre una base débil, biomasa que puede perderse por procesos de torción y tracción por efecto de corrientes.

3.—El uso de un tope en el instrumento de plantación asegurará la permanencia de un gran número de filamentos libres sobre el sustrato y un buen crecimiento posterior.

4.—Para el sistema de cosecha, ver lo indicado en el procedimiento con estacas.

Comportamiento del alga

Densidad : Con excepción de densidades bajas (35%) obtenidas en el río Tubul con el método de estacas, la respuesta en los sectores y con todos los métodos resultó ser positiva, lográndose permanencia del alga plantada en los diferentes ambientes.

Biomasa : La biomasa porcentual final alcanzada en todos los sectores y con los diferentes métodos fue significativa lográndose incrementos de 186-440 y hasta 612%.

Talla máxima : La talla máxima medida *in situ* logró, en todos los experimentos, valores altos, alcanzándose incrementos de 380, 400 y 990% en el río Raqui en los sistemas de piedra, directo y estaca respectivamente.

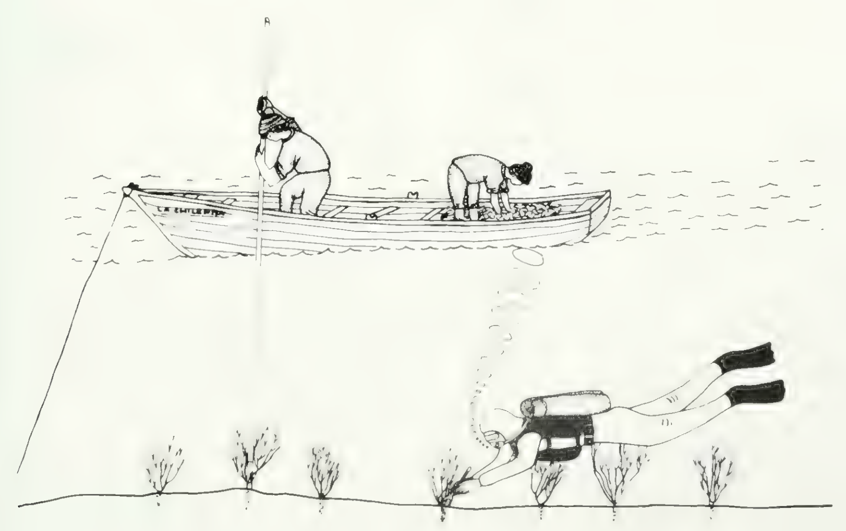


Fig. 9

Estructura de tallas : Presentó características similares en ambos ríos alcanzando, en general, la talla de 60 cms, aunque ya en noviembre las clases de hasta 100 cms aparecen representadas en el muestreo. La dominancia se mantuvo, sin embargo, en las clases menores de 60 cms.

El análisis estadístico de los resultados de los métodos de cultivo, utilizados, indican prioridad para el método de estacas; sin embargo, al evaluar los rendimientos de acuerdo al esfuerzo aplicado, tiempo utilizado, considerando todas las faenas involucradas en las actividades, se concluye que el método de plantado directo es más efectivo, más rápido y menos costoso que los otros métodos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece sinceramente al profesor Héctor Romo por el análisis estadístico de los datos logrados en las actividades de cultivo. Al señor José Cid por su ayuda en terreno y a los pescadores de Tubul por su permanente colaboración.

Agradecimientos especiales a la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción por su eficiente ayuda Técnica y Administrativa y a Personeros de SERNAP-Talcahuano por su colaboración responsable y profesional.

A mis eficientes colaboradores del laboratorio Mario Núñez, Miguel Donoso, Camilo Werlinger, Marcia Vargas, Mariela Vásquez. A mi familia, por las largas horas de pesaje, mediciones y selección de especímenes de *Gracilaria*. Gracias.

Se agradece al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) la publicación de los resultados.

BIBLIOGRAFIA

Alveal, K. y Pizarro, A. 1984. Prospección de la pradera de *Gracilaria* de río Tubul y Evaluación del efecto de la explotación artesanal. Informe interno. Departamento de Oceanología. Universidad de Concepción.

Espes, 1980. Prospección de algas. Provincia de Arauco. SERPLAC VIII Región. Chile

Ifop, 1967. Cuarto informe sobre Prospección de algas agarofitas. González E. L., IFOP. Circular N° 15, Santiago. Chile.

Ifop, 1968. Prospección de *Gracilaria* sp. Comunicación N° 1. Algas marinas industrializables del litoral chileno. Kim, D.H., Wilkomirsky, W. Overdick, L., Mendoza, H., Ohme, U., Espinoza, R.

Instituto Hidrografico de la Armada de Chile. 1987. Tablas de marca de la costa de Chile.

Pineda, V., 1985. Aspectos Geológicos y Geoquímicos de los carbones de Chile. Parte B. Evolución Paleográfica de la cuenca sedimentaria Cretásico-Terciaria de Arauco. En Geología y Recursos Minerales de Chile. Tomo I, Universidad de Concepción.

Servicio Nacional de Pesca, sernap, 1980-82-83-85. Anuario Estadístico de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Santiago, Chile.



II TAXONOMIA y DISTRIBUCION

Gayana, Bot. 45 (1-4):143-146, 1988

ISSN 0016-5301

ASPECTOS FITOGEOGRAFICOS Y TAXONOMICOS DE LAS ALGAS MARINAS DEL PERU

TAXONOMIC AND PHYTOGEOGRAPHIC FEATURES OF THE PERUVIAN MARINE ALGAE

César Acleto O.*

RESUMEN

Los estudios taxonómicos de las algas marinas del Perú nos provee la información acerca del registro de 225 especies en la costa del Pacífico del Perú.

El análisis preliminar de los modelos de su distribución geográfica incluye a los grupos siguientes: especies *endémicas* (13,2%), especies *subantárticas* y relacionadas con la costa chilena (6,6%), especies *tropicales y subtropicales* (10,6%), especies *bipolares* (11,5%) y especies con *distribución amplia* (58,6%).

Estudios y colecciones más intensos harán posible clarificar los problemas taxonómicos, particularmente de los géneros que incluyen a más de 5 especies como *Enteromorpha, Desmarestia, Porphyra, Gelidium, Gracilaria, Sebdenia* y *Polysiphonia*.

ABSTRACT

Taxonomic studies on Peruvian seaweeds provide us information about 225 species recorded along the Pacific coast of Perú.

Preliminary analysis of its geographic patterns of distribution includes the following groups: *endemic* species (13,2%), *subantarctic* and related with Chilean coast species (6,6%), *tropical* and *subtropical* species (10,6%), *bipolar* species (11,5%) and the remaining species (58,6%) with a wide distribution.

More intensive collections and studies will be made possible to clarified taxonomic problems, particularly in genera with more than 5 species as *Enteromorpha, Desmarestia, Porphyra, Gelidium, Gracilaria, Sebdenia* and *Polysiphonia*.

KEYWORDS: Peruvian marine algae, phytogeographic features, taxonomy.

CONSIDERACIONES GENERALES

Los estudios taxonómicos de las algas marinas del Perú incluyen hasta el presente aproximadamente 225 especies -excluyendo de ellas a la Cyanophyta-, 37 Chlorophyta, 31 Phaeophyta, 160 Rhodophyta, según Howe (1914), Collins (1915), Taylor (1947), Dawson et al. (1964) y Acleto (1973, 1977, 1980).

*Museo de Historia Natural "Javier Prado"
Apartado 140434
Lima 14 — Perú

El número de especies reconocidos en el litoral peruano es relativamente moderado en comparación con lo que se conoce de las Galápagos según Silva (1966) con 311 spp.

El incremento de las especies identificadas guarda estrecha relación con la intensificación de las colectas tanto en la zona norte, centro y sur, constituyendo muchas de ellas nuevos registros para la flora y otras aún no estudiadas.

Este conocimiento, aún parcial, nos permite compartir los criterios fitogeográficos expuesto por Santelices y Abbott (1978) y Santelices (1982) y establecer los grupos de especies con patrones geográficos definidos en la extensión de nuestro litoral comprendido aproximadamente entre los 3°30' a 18°30' (Lat. S).

1.- De las 225 especies estudiadas se reconocen como endémicas para el litoral peruano 28 spp. (13,2%), siendo éstas las siguientes:

Chlorophyta : *Cladophora peruviana* Taylor
Bryopsis rhizophora Howe
Codium foveolatum Howe
Chaetomorpha cartilaginea Howe

Phaeophyta : *Dictyopteris cockeri* (Howe) Taylor
Desmarestia peruviana Montagne
Eisenia gracilis Dawson, Acleto y Foldvik

Rhodophyta : *Gelidium howei* Acleto
Leptocladia peruviana Howe
Cryptonemia chiangii Acleto
Cryptonemia peruviana Acleto
Corallina ferreyrae Dawson, Acleto y Foldvik
Grateloupia rojasii Acleto
Phyllymenia papenfussii Acleto
Halymenia cerratei Acleto
Schimmelmannia dawsonii Acleto
Halymenia tenera Howe
Gracilaria peruana Piccone et Grunow
Sebdenia afuerensis Taylor
S. chinchensis Taylor
S. lapathifolia (Kützing) Howe
S. limensis (Sonder) Howe
Trematocarpus dichotomus Kützing
Gigartina paitensis Taylor
Chrysymenia lobata Howe
Rhodymenia multidigitata Dawson, Acleto y Folvidk
Nithophyllum peruvianum (Montagne) Howe
Laurencia paitensis Taylor

2.- Tienen afinidad con la flora marina de la costa pacífica de Chile y con la región subantártica 15 especies (6,6%):

Phaeophyta : *Halopteris grascilescens* (J.Ag.) Womersley
Utriculidium durvillaei (Bory) Skottsberg
Macrocystis integrifolia Bory
M. pyrifera var. *humdoldtii* (Bomp.) Hook. et Harv.
Lessonia nigrescens Bory

Rhodophyta : *Porphyra columbina* Montagne
Chaetangium fastigiatum (Bory) Agardh
Chondrus canaliculatus (C. Ag.) Greville
Callophyllis variegata (Bory) Kützing
Rhodymenia skottsbergii Dawson
R. flabellifolia (Bory) Montagne
Pugetia chilensis (J. Ag.) Kylin
Gigartina tuberculosa (Hook. et Harvey)
Gelidium chilensis (Mont.) Santelices y Montalva
Phycodrys quercifolia (Bory) Skottsberg

3.- Las siguientes 24 especies (10,6%) tropicales y subtropicales del Pacífico de las Américas extienden su rango de distribución hacia la costa peruana:

Chlorophyta : *Cladophora prolifera* (Roth) Kützing
Chaetomorpha antenina (Bory) Kützing
Bryopsis indica var. *triseriata* Dawson

		B. galapagensis Taylor
		Monostroma ecuadoreanum Taylor
		Caulerpa racemosa var. *uvifera* (Tur.) Weber et Bosse
		C. filiformis (Suhr) Hering
		Struvea anastomosans (Harvey) Piccone
Phaeophyta	:	*Sargassum ecuadoreanum* Taylor
		Dictyota dichoma (Hudson) Lamx.
		Padina durvillaei Bory
		Spatoglossum crispatum Howe
Rhodophyta	:	*Porphyra crispata* Kjellman
		Scinaia latifrons Howe
		Galaxaura oblongata (Ellis et Sol) Lamx.
		Jania crassa Lamx.
		Amphiroa dimorpha Lemoine
		A. peruana Aresh.
		Gracilaria crispata Setch. et Gardner
		G. cunninghamii Farlow
		Prionitis albemarlensis Taylor
		Champia vieillardii Kützing
		Acrosorium uncinatum (J. Agardh) Kylin
		Nitophyllum galapagense Taylor

4.- Las especies que tienen distribución bipolar están representadas por 26 especies (11,5%) y son las siguientes:

Chlorophyta	:	*Ulva costata* (Howe) Hollemberg
Phaeophyta	:	*Desmarestia herbacea* (L.) Lamx.
		D. munda Setchell y Gardner
		Scytosiphon lomentaria (Lyngbye) J. Agardh
Rhodophyta	:	*Porphyra thuretii* Setchell y Dawson
		P. pseudolanceolata Krishnamurthy
		Scinaia johnstoniae Setchell
		Pseudogloiophloea confusa (Setchell) Levring
		Pterocladia mcnabiana Dawson
		P. pyramidale (Gardner) Dawson
		Cryptonemia latissima J. Agardh
		C. obovata J. Agardh
		Grateloupia filicina (Wulfen) C. Agardh
		Gracilaria tepocensis (Dawson) Dawson
		G. vivesii Howe
		Grateloupia doryphora (Montagne) Howe
		Cryptonemia angustata (Set. and Gard.) Dawson
		Agardhiella tenera (J. Agardh) Schmitz
		Rhodoglossum hancockii Dawson
		Sebdenia polydactyla (Boerg.) Balakrishnan
		Botryocladia pseudodichotoma (Farlow) Kylin
		Griffithsia pacifica Kylin
		Cryptopleura corallinara (Nott) Gardner
		Rhodymenia californica Kylin
		Polysiphonia confusa Hollenberg
		P. flaccidissima Hollenberg

5.- El resto de las especies (132) que constituye el 58,6%, incluye a las que tienen distribución amplia.

6.- Los géneros más representativos en relación con el número de especies son los siguientes: *Enteromorpha* (6 spp.), *Desmarestia* (5 spp.), *Porphyra* (6 spp.), *Gelidium* (76 spp.), *Gracilaria* (6 spp.), *Sebdenia* (6 spp.) y *Polysiphonia* (5 spp.). Se requiere de estudios taxonómicos particulares para precisar los límites específicos en cada género.

BIBLIOGRAFIA

ACLETO, O.C. 1973. Algas marinas del Perú. Bol. Soc. Per. Botánica 6 :1-164

ACLETO, O.C. y ENDO, J., 1977. Las especies peruanas de *Porphyra* (Rhodophyta, Bangiales). I. Taxonomía y distribución geográfica. Publ. Museo Hist. Nat. Ser. B. N° 29:1-19.

ACLETO, O.C., 1980. Notas sobre las algas marinas del Perú. Publ. Museo Hist. Nat. Ser. B. N° 30:1-33.

ACLETO, O.C., 1984. Las especies peruanas de *Porphyra* (Rhodophyta, Bangiales), II. *Porphyra crispata* Kjellman, un nuevo registro para nuestra flora. Publ. Museo Hist. Nat. Ser. B. N° 31:1-8.

COLLINS, F.S., 1915. Algae from the Chincha Islands. Rhodora 17: 89-96.

DAWSON, E.Y., ACLETO, O.C. and FOLDVIC, N., 1964. The Seaweeds of Peru. Nova Hedwigia 13: 1-111.

HOWE, M.A., 1914. The marine algae of Peru. Torrey Bot. Club Mem. 15:1-185

SANTELICES, B. and ABBOTT, L.A., 1978. New records of marine algae from Chile and their effect on phytogeography. Phycologia. 17(2):213-222.

SANTELICES, B., 1982. Caracterización fitogeográfica de la costa temperada del Pacífico de Sudamérica. Verificación de hipótesis y consecuencias ecológicas. Arch. Biol. Med. Exp. 15:513-524.

TAYLOR, W.R., 1947. Algae collected by "Hassler", "Albatross" and "Schmitt" Expedition III. Marine algae from Peru and Chile. Pap. Mich. Acad. Sci. Arts and Letters I: 57-90.

SILVA, P.C., 1966. Status of our knowledge of the Galapagos benthic marine algal flora. Proc. of the Symposia of the Galapagos International Scientific Proyect. Univ. Calif. Press. Berkeley and Los Angeles: 149-156.

Gayana, Bot. 45 (1-4):147-152, 1988 ISSN 0016-5301

CONSIDERACIONES SOBRE *CAULACANTHUS* Y *MONTEMARIA* DE LAS COSTAS CHILENAS

COMMENTS ON CAULACANTHUS *AND* MONTEMARIA *FROM THE CHILEAN COASTS*

Krisler Alveal V.*

RESUMEN

Se estudia material algológico de los géneros *Montemaria* y *Caulacanthus* provenientes de las costas de Chile y de Perú. Se confirma la existencia del género *Montemaria* con especímenes de Montemar (Valparaíso) y de Coquimbo. Se mantiene en estudio plantas transitoriamente asimiladas al género *Caulacanthus*.

ABSTRACT

Collections of plants belonging to the genera *Montemaria* and *Caulacanthus* from Chile and Perú were studied. The validity of the genus *Montemaria* is confirmed in plants from Montemar (Valparaíso) and Coquimbo, whereas the plants transitorily assessed to genus *Caulacanthus* need further examination.

KEYWORDS: Taxonomy, *Caulacanthus*, *Montemaria*, Gigartinales, Chile.

INTRODUCCION

El género *Caulacanthus* fue descrito por Kützing en 1843 incluyendo en él dos especies, *C. ustulatus* y *C. fastigiatus*. A este género fueron asignados posteriormente las especies *C. spinellus*, *C. horridulus*, *C. okamurai*, *C. compressus*, *C. rigidus*, *C. indicus* y *C. divaricatus*. (Searles, 1968).

Gay (1852) efectuó recolecciones en Chiloé (42° 30'S; 73° 40'W), material estudiado por Montagne (1852), quien describió sobre la base de ejemplares tetraspóricos a *Caulacanthus horridulus*, especie nueva proveniente de las costas chilenas.

Con posterioridad a la recolección de Gay y descripción de Montagne, no fue encontrado ni estudiado material de esta especie hasta que en 1969 Joly y Alveal analizando los componentes algales de la costa de Montemar (Valparaíso) (32° 57'S; 71° 33'W) Chile, encuentran ejemplares tetraspóricos, masculinos, femeninos y cistocárpicos de plantas que respondían (aparentemente) en forma perfecta a la descripción original de *C. horridulus*. La presencia de todas las fases de la historia vital de esta planta permitió efectuar estudios completos de ella reuniendo antecedentes no sólo de fases vegetativas y tetraspóricas, sino también de los sistemas masculinos y femeninos. Facilitó el conocimiento de procesos de pre y post fertilización, estructura del cistocarpo y sistema de generación de carpósporas.

Con toda esta información disponible Joly y Alveal (1969) concluyeron que el material de Montemar-Valparaíso no se enmarcaba en la descripción original de *C. horridulus*, a pesar de

* Universidad de Concepción
Departamento de Oceanología, Casilla 2407
Apartado 10 Concepción—Chile

su semejanza morfológica y fundamentalmente por el origen, estructura del cistocarpo y generación de la célula de fusión, la cual no comprometía a células del eje central, característica del género *Caulacanthus*.

El hallazgo de plantas fértiles en el área de Pisagua (19° 36'S; 70° 16'W), material de Coquimbo (29° 56'S; 71° 21'W) en Chile y material de Perú donado por el Dr. César Acleto y cuyas características estructurales y algunas reproductivas, son semejantes a *Montemaria* y a *Caulacanthus*, nos ha movido a estudiar estos ejemplares con el objeto de establecer sus relaciones y posición taxonómica.

MATERIALES Y METODOS

Se estudió material biológico procedente de Montemar, Chile, donado por los profesores Gloria Collantes y Carlos Melo, de la Universidad de Valparaíso, material de Perú enviado por el Dr. César Acleto y especímenes procedentes de Montemar y Pisagua de nuestra colección.

Se contó con material de *M. horridula* de Coquimbo, Chile, enviado por el Dr. Mario Edding, de la Universidad del Norte, Sede Coquimbo.

Se efectuaron cortes con micrótomo de congelación y tinciones con azul de metileno. Las observaciones se efectuaron en Microscopio Zeiss y dibujos con cámara clara.

RESULTADOS

Se indica a continuación las descripciones y características de los especímenes estudiados por Montagne, por Joly y Alvéal y características de los ejemplares de Coquimbo, de Pisagua y de Perú.

Caulacanthus horridulus según Montagne 1852

(ejemplares de Chiloé-Chile) Fig. 1 a - e.

Frondas elevándose ya de un tallo rastrero ya directamente de una pequeña callosidad, filiforme, cilíndricas y de una rosa púrpureo, ramosas encimas de su parte media. Una pulgada de alto y medio milímetro de diámetro. Ramulillos cargados de numerosas espinas muy agudas y que se plegan entre sí formando una especie de capítula. En estos ramulillos hinchados están situadas horizontalmente las tetrásporas, las cuales están divididas en 4 por tres tabiques transversales.

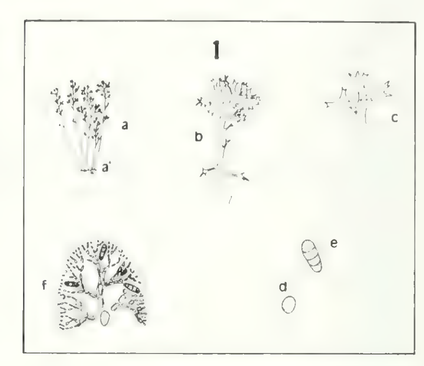


Fig. 1. a, varias frondas fértiles de *Caulacanthus horridulus* elevándose de un tallo rastrero a' y vistas a tamaño natural; b, Vértice de una fronda aumentada 8 veces; c, Un ramulillo terminal hinchado y repleto de jugos en el cual se forman los tetrásporos, aumentado veinticinco veces; d, Un tetrásporo visto de frente y por su extremidad gruesa; está todavía encerrado en su perisporo y aumentado; e, El mismo tetrásporo libre y visto de perfil; f, Mitad de una fronda principal para ver la organización de este género (según Montagne 1852). (Reducción 50%).

Montemaria horridula según Joly y Alveal 1969.

(ejemplares de Montemar-Chile) Fig. 2.

Plantas con porciones postradas cilíndricas fijas al sustrato por discos y porciones erguidas de 10-15 mm de alto. Porciones distales y proximales claramente atenuadas y más anchas en la parte media. Ramificación irregular a subdicótoma. Porciones medias y distales de los ramos derechos con abundantes procesos espiniformes. Crecimiento por célula apical, la que produce ramos alternadamente a derecha e izquierda generando una estructura uniaxial. Cada uno de estos segmentos corta 2 pericentrales opuestas y colocadas en ángulo de 90°, ramificaciones de disposición radial y dispuestas oblicuamente en relación al eje con el cual forman un ángulo agudo y dirigido hacia arriba, filamentos que se compactan para formar una región cortical pigmentada. (Fig. 2 B).

Corrigiendo la descripción de Joly y Alveal (1969), se señala que los tetrasporangios son grandes, zonadamente divididos y nacen de células subcorticales distribuidos radialmente (Fig. 2 C) (soros nemateciales). Plantas masculinas más verdosas que las tetraspóricas.

Plantas sexuadas, monoicas. Espermatangios en ramas especiales, naciendo radialmente desde filamentos cuyas células terminales producen cerca de 9 espermacios. (Fig. 2 D).

Rama carpogonial de 3 células, con célula soporte que forma parte de ramos vegetativos normales. La célula auxiliar se reconoce después de la fecundación, momento en que la célula ubicada inmediatamente debajo del carpogonio produce un filamento conectante hacia la célula auxiliar y de la cual salen cortos filamentos gonimoblásticos (Fig. 2 A).

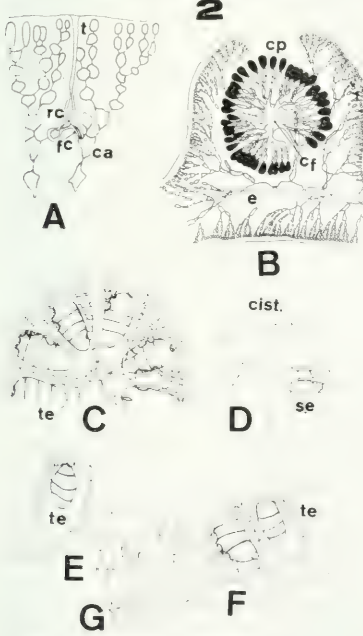


Fig. 2 A. Estructura de sistemas corticales y subcorticales de *Montemaria horridula*: *rc*, rama carpogonial, *t* tricógeno, *fc* filamento conectante, con la célula auxiliar de fecundación *ca*; B) Estructura del cistocarpo: *e* eje principal, *cp* carpóspora, *cf* célula de fusión; C) Corte de la fronda con tetrasporangios, especímenes de Montemar (Joly y Alveal 1969); E y F) de especímenes de Coquimbo; D) Aspecto general de un ramo con cistocarpos (*cist*) y con soros espermatangiales (*se*) (Joly y Alveal 1969); G) Aspecto general de un ejemplar de *M. horridula* de Montemar (Joly y Alveal 1969)

Carpósporas nacen en el extremo de filamentos (Fig. 2 B). El cistocarpo sale hacia un lado del ramo, en una estructura globoide con pequeños ramos espiniformes en el extremo (Fig. 2 D).

La célula de fusión no incluye las células axiales (Fig. 2 B). Los tetrasporangios de los especímenes de Montemar (Fig. 2 C) y de los especímenes de Coquimbo (Fgs. 2 E y F), presentan igual forma y disposición en la planta.

Características de los especímenes de Coquimbo

Los especímenes de Coquimbo se ajustan perfectamente bien a la descripción de *Montemaria horridula* de Montemar. Los ejes miden 15 a 20 mm de alto, delgados, esbeltos, más estrechos en la base y ápice y más anchos en las partes medianas.

Las plantas son tetraspóricas, los esporangios se ubican preferentemente en las numerosas proliferaciones terminales (esporofilas), las cuales dan un aspecto arborescente a las plantas.

No hay plantas femeninas, masculinas ni cistocárpicas.

Características de especímenes de Pisagua y de Perú

Se incluye en este trabajo descripciones de ejemplares colectados en Pisagua-Chile y especímenes de la costa peruana enviadas por el Dr. César Acleto.

En atención a que estas plantas presentan una estructura interna muy semejante a la de *Montemaria* (uniaxial con corteza pleuridiana separada del eje), así como la forma y ubicación de tetrasporangios, pero cistocarpo con célula de fusión que involucra a células del eje central (tipo *Caulacanthus*), hemos considerado pertinente adelantar información al respecto, esperando un tratamiento y estudio particular de estas poblaciones en un trabajo posterior.

Especímenes de Pisagua Fig. 3

Organización uniaxial con corticación separada del eje en los ramos nuevos y partes apicales, pero notoriamente compacta en porciones medianas y basales. De sistemas postrados se levantan ejes de 10-12 mm de alto atenuados en zonas proximales y distales, más anchas en los sectores medianos.

La ramificación es irregular, levemente subdicótoma, aspecto notorio en los extremos. Las ramificaciones que son más gruesas y más corticadas que en *Montemaria* pierden bastante la estructura aniaxial hacia los extremos de los filamentos.

La célula apical triangular corta segmentos generando dos pericentrales por cada célula del eje en un ángulo menor de 90°. La existencia de dos pericentrales no siempre es clara, especialmente en los ejes nuevos.

Los filamentos que nacen del eje central forman con él un ángulo agudo. Los filamentos pleuridianos se ramifican hasta formar una corteza compacta y pigmentada.

Rama carpogonial de tres células nace en las células internas próximas al eje central. Filamentos del gonimoblasto se distribuyen en torno a células del eje, generando posteriormente una gran célula de fusión.

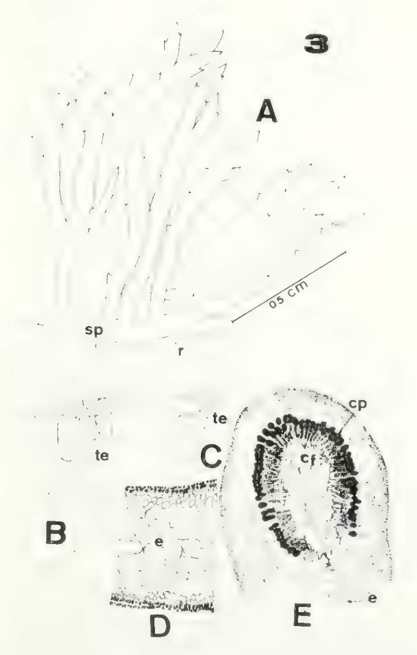


Fig. 3. Ejemplares de Pisagua. A) Aspecto general de la planta *sp* sistema postrado, *r* rizoides; B y C) ubicación y forma de tetrasporangios; D) aspecto de la estructura interna mostrando el eje central *e* y corteza pleuridiana; E) estructura del cistocarpo con célula de fusión *cf* y eje *e*.

Las carpósporas nacen en el extremo de los filamentos, la masa de carpósporas está protegida por la zona cortical de la planta femenina. No se observó elementos masculinos.

Tetrasporangios nacen en proliferaciones y ramificaciones terminales, son zonados, en nematecio y ubicados en el área cortical naciendo de células subcorticales. Miden de 32 μm cuando presentan 1 división transversal a 65 mm de largo cuando están maduros. El ancho fluctúa entre 25-27 μm.

Especímenes de Perú Fig. 4

Organización uniaxial, con corticación separada del eje, porciones postradas de las cuales se levantan ramos de 20-25 mm de alto y de 600-650 μm de ancho con porciones basales y distales atenuadas. Los ejemplares poseen ejes largos con ramificaciones terminales abundantes arborescentes en las plantas cistocárpicas. La ramificación, en general, es irregular, levemente subdicótoma, aspecto fácilmente observable en los extremos. Las ramificaciones espiniformes son más gruesas y más corticadas que en *Montemaria*. (Fig. 4 A).

Presencia de una célula apical triangular en cada épice, corta segmentos de los cuales se generan pericentrales en número de 2 no siempre distinguibles en todos lo segmentos. Los filamentos laterales que nacen del eje central forman con él, ángulo relativamente agudo. Estos filamentos se unen en sus extremos formando una corteza compacta y pigmentada. (Fig. 4 C).

Los tetrasporangios zonados de 52 x 25 μm nacen de células subcorticales. Rama carpogonial de tres células nace cerca de los ápices de ramos nuevos, células soporte en ramos vegetativos, cerca del eje. Célula de fusión se genera con participación de células del eje central, tipo *Caulacanthus*. (Fig. 4 B, D, E).

Los carposporangios se forman al final de los gonimoblastos ramificados y siempre uno terminal. La masa de carpósporas está protegida por la corteza de la planta femenina; no se observó elementos masculinos.

En los ejemplares de Perú, la estructura uniaxial, con corteza separada del eje en los ramos nuevos, es más evidente que en los ejemplares de Pisagua. En las plantas de Pisagua y Perú la corteza se compacta notoriamente en torno al eje en porciones basales y medianas.

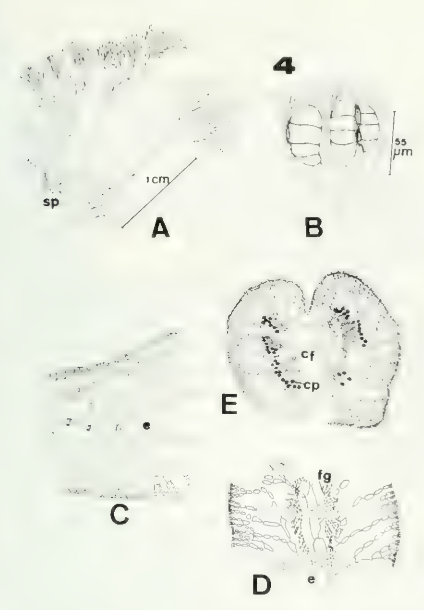


Fig. 4. Ejemplares de Perú. A: aspecto general, *sp* sistema postrado; B ubicación y forma de tetrasporangios; C estructura interna mostrando el eje *e*; D formación de los filamentos del gonimoblasto *fg* en torno al eje central *e*; E estructura del cistocarpo con célula de fusión *cf* y carpósporas *cp*.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El análisis de los antecedentes entregados por Montagne permite establecer la semejanza morfológica de la estructura interna y reproductiva de las plantas de *C. horridulus* de Chiloé con representantes del género *Caulacanthus*, especialmente por la forma y ubicación de los tetrasporangios.

La ausencia de plantas femeninas y cistocárpicas en la colección de Montagne restringe fuertemente la posibilidad de ser más preciso en las conclusiones referentes al material de Chiloé. La búsqueda de material en esa área no ha sido positiva ya que Gay no indica con precisión la localidad tipo de la especie. Sin embargo, sus ilustraciones son claras y permiten apreciar la forma general de la planta, que es esbelta con ramificaciones laterales alternas, terminando cada una en un penacho arborescente. Los extremos de los ramos son muy agudos y delicadamente espiniformes. Muy nítido también es el nacimiento subcortical de los tetrasporangios, quedando distante del eje central en un número no inferior a 4 células.

Contrastando esta descripción con la de *Montemaria horridula* señalamos que los especímenes de *M. horridula* presentan talos principales delgados y finos y sin ramificaciones importantes a lo largo de los ejes principales, aunque cuando están fértiles, las ramificaciones y proliferaciones se incrementan notoriamente, especialmente en los ápices.

Los tetrasporangios, tanto en ejemplares de Chiloé como en los de Montemar nacen de células subcorticales, observación ésta que corrige la descripción original de Joly y Alveal (1969) que atribuye un nacimiento de los tetrasporangios desde células perincentrales en atención a que, por su volumen, la porción proximal del órgano queda junto a nivel de los pericentrales. Observaciones detenidas de los especímenes de Coquimbo, de Montemar permiten distinguir, aunque no siempre, una unión lateral del tetrasporangio a células subcorticales. (Figs. 2 E y 2 F).

El análisis de las características de los ejemplares de Pisagua y Perú en lo que se refiere a estructura interna y posición de los tetrasporangios es relativamente concordante a la descripción de *Caulacanthus*, a la vez que hay correspondencia con las características generales de los ejemplares de *C. horridulus* y de *Montemaria*. Sin embargo, la siguiente descripción permite diferenciar a este género y a los ejemplares de Pisagua y de Perú:

Montemaria

— Talos muy finos, observándose el eje central a través de la corteza.
— Célula de fusión no compromete células del eje principal
— Cistocarpo se forma lateralmente al eje central del talo
— Gonimoblastos dicotomizados sencillamente o simples
— Masa de carpósporas en una cavidad única del cistocarpo
— Cistocarpo se abre lateralmente al eje
— Carpósporas terminales y una por cada filamento
— Generación de gonimoblastos iniciales hacia el exterior.

Ejemplares de Pisagua y de Perú

— Talos más gruesos y visión del eje escasa o nula a través de la corteza
— Cistocarpo compromete a células del eje principal en una gran célula de fusión
— Gonimoblastos constituidos por filamentos sucesivamente dicotomizados
— Masas de carpósporas en pequeños lóculos estructurados por la célula de fusión en los ejemplares de Perú y llenando la cavidad en forma homogénea en ejemplares de Pisagua
— Esporas se forman en el extremo de los filamentos gonimoblásticos y solamente una por filamento
— Generación de gonimoblastos hacia el interior en torno a células del eje central

Ejemplares de Coquimbo carecen de cistocarpo y solamente se cuenta con material tetraspórico.

— Se puede concluir que se confirma la existencia de *Montemaria* como género válido, sobre especímenes de Montemar y Coquimbo, área esta última a la cual se extiende su distribución geográfica.
— Se mantiene en duda la existencia de *Caulacanthus* en el área de Chiloé, región que está siendo visitada en procura de material fértil (femenino y cistocárpico) y que permita su confirmación o rechazo.
— Se señala que los ejemplares de Pisagua (Chile) y de Perú presentan en líneas generales concordancia con el género *Caulacanthus* fundamentalmente sobre la base de generación de carpósporas terminales y presencia de una gran célula de fusión en relación al eje central. Se mantiene este material en estudio con el objeto de confirmar certeramente género y especie de los especímenes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los profesores César Acleto, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, el envío de especímenes para efectuar este estudio. A los profesores Gloria Collantes y Carlos Melo, de la Universidad de Valparaíso y al profesor Mario Edding, de la Universidad del Norte Sede Coquimbo, la donación de material de *Montemaria*.

A Mario Núñez, a Miguel Donoso y Jorge Valenzuela por la confección de cortes histológicos. A las señoritas Marcia Vargas Mac-Carte por las ilustraciones del trabajo y Mariela Vásquez Fernández por el trabajo de dactilografía.

Sinceros agradecimientos al Departamento de Botánica de nuestra Universidad por las facilidades otorgadas en la confección de cortes histológicos.
Proyecto D.I. 20.37.13.

Se agradece el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) por efectuar esta publicación.

BIBLIOGRAFIA

GAY, C., 1852. Historia Física y Política de Chile. París.

JOLY, A. y ALVEAL, K. 1969. Notes on Chilean Algae-III The identity of *Caulacanthus horridulus* Montagne. Rickia 4: 83-92. Sao Paulo, Brasil

KUTZING, F.T., 1843. Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systenkunde der TANGE LEIPZIG

MONTAGNE, C., 1852. Algas, en Gay C. Historia Física y Política de Chile. Botánica, T. 8. París

SEARLES, R.B. 1968. Morphological Studies of Red Algae of the Order GIGARTINALES. Univ. of Calif. Publ. Public. in Bot. Vol. 43. Univ. of Calif. Press

Gayana, Bot. 45 (1-4):153-161, 1988 ISSN 0016-5301

BRANCHIOGLOSSUM KYLIN 1924. (RHODOPHYTA: DELESSERIACEAE). ASPECTOS DE SU MORFOLOGIA Y TAXONOMIA EN CHILE

BRANCHIOGLOSSUM *KYLIN 1924. (RHODOPHYTA: DELESSERIACEAE). MORPHOLOGICAL AND TAXONOMIC ASPECTS IN CHILE*

Mario E. Edding*

RESUMEN

El conocimiento de las algas marinas que habitan la costa sur oriental del Pacífico es fragmentario. Aunque numerosas expediciones científicas botánicas han recorrido el litoral de Chile y Argentina, la morfología detallada de muchas de las especies recolectadas es desconocida. Esta situación produce confusión en la determinación de numerosas especies. Se han catalogado más de 60 géneros de algas rojas del orden Ceramiales que poseen distribución antártica y subantártica. La familia Delesseriaceae está representada por 22 géneros con 58 especies conocidas en la costa sur de Latinoamérica. La mayoría de estas especies se encuentra insuficientemente descrita. Este trabajo entrega información detallada de la morfología de *Branchioglossum* Kylin en Chile. Se analizan estructuras vegetativas y reproductivas. Por vez primera se describe la ontogenia de sus espermacios y rizoides. Se discute la validez de las especies de *Branchioglossum* citadas para Chile y se definen los límites de distribución geográfica en la costa chilena

ABSTRACT

This work analizes the species of *Branchioglossum* cited for the Chilean coast. The morphology of vegetative and reproductive structures is observed. For the first time the ontogeny of spermatia and rhizoids is described within the genus. The validity of the species of *Branchioglossum* in Chile is discussed. The geographic distribution of *B. bipinnatifidum* was extended.

KEYWORDS: *Branchioglossum*, Delesseriaceae, Rhodophyta, morphology, taxonomy

INTRODUCCION

El paso de numerosas expediciones científicas botánicas por la costa de Chile (Etcheverry, 1958) ha enriquecido el conocimiento de las algas marinas que habitan en este sector del Pacífico. Sin embargo, existe confusión en la delimitación de numerosos taxa cuya morfología aún permanece desconocida. Se necesita poner especial énfasis en el estudio crítico de la ontogenia de las estructuras reproductivas. En este sentido la familia Delesseriaceae es un material ideal para un estudio morfológico dadas sus nítidas características.

La mayor parte de los estudios morfológicos de la familia Delesseriaceae se ha desarrollado en plantas del hemisferio norte. Son de importancia los estudios efectuados por Kylin (1923, 1924,

* Universidad del Norte
Facultad de Ciencias del Mar
Departamento de Biología Marina
Casilla 117, Coquimbo - Chile.

1956), Mikami (1973, 1979), Wynne (1970). Los escasos estudios de la familia Delesseriaceae en el hemisferio sur han sido efectuados por Mendoza (1969a, b, 1974) con algas de Tierra del Fuego y Edding (1982) con plantas del sur de Chile y Tristán de Acuña.

El género *Branchioglossum* que fue definido por Kylin (1924) posee varias especies, de las cuales tres han sido citas para Chile. Levring (1960) cita a *B. brattstroemi* como una especie nueva en base a su observación de una planta recolectada por la expedición de la Lund; luego la presencia de *B. brattstroemi* en Tongoy, Coquimbo es citada por Santelices y Abbott (1978). Posteriormente Mikami (1979) revisa plantas asignadas a *Erythroglossum bipinnatifidum* y luego de su análisis sugiere que estas plantas conforman el género *Branchioglossum*. Wynne (1983) realiza la combinación traspasando *E. bipinnatifidum* Montagne a *B. bipinnatifidum* (Mont) Wynne fundamentándose en la sugerencia de Mikami (1979). Finalmente Ramírez (1982) cita a *B. woodii* presente en la costa de Antofagasta.

En el presente trabajo se realiza una revisión de *Branchioglossum* con plantas recolectadas entre Antofagasta (23°39'S) e Isla San Pedro (47°44'S)(Fig. 1).

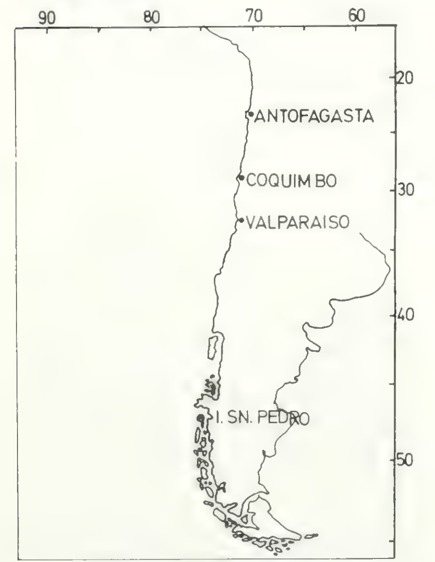


Fig. 1. Area de estudio.

Se estudia el tipo de *B. brattstroemi* Lev. y se le compara con otros ejemplares de *Branchioglossum* con el objeto de describir sus características morfológicas para clarificar las especies de *Branchioglossum* presentes en Chile (Fig. 2).



Fig. 2. Tipo de *B. brattstroemi* (a); Plantas de *B. bipinnatifidum* recolectadas en Coquimbo (b)

MATERIAL Y METODO

Parte de las algas fueron recolectadas en la costa sur de Chile entre el 20 de octubre y 30 de noviembre de 1972 por Richard Searles, J. Brauner y G. Leister en un crucero efectuado por el R/V Hero. (Tabla I). Las plantas fueron extraídas por buceo autónomo desde el intermareal hasta 30 m de profundidad. El material recolectado en la región central y norte de Chile fue recogido desde la playa, creciendo sobre ostiones, o mediante rastras a una profundidad de 12 m.

Las algas fueron preservadas en formalina al 5% en agua de mar, o en formalina y glicerol al 5% en agua de mar. Parte del material fue herborizado. Las observaciones fueron realizadas en un microscopio Zeiss Standard. El material observado al microscopio fue teñido con anilina azul al 1%, acidificado con HCl al 1% y montado en Karo al 25%. Alternativamente el material

TABLA I. Estaciones de colecta de la expedición del R/V Hero durante 1972.

Estación	Fecha	Lat. (S); Long. (W)	
72—33—6 72—33—9	6 Nov	47° 44.1' 74° 53'	Sur Isla San Pedro. Submareal Pequeña caverna protegida del oleaje. 1—20 m de profundidad.
72—33—20	6 Nov	47° 44.1', 74° 53'	Sur Isla San Pedro. Intermareal en frente expuesto.
72—36—(3—5) 72—36—18	7 Nov	46° 35.0', 75° 31'	Isla Cano. Bahía San Andrés. Muy Expuesto. Submareal.
72—47—3 72—47—26	10 Nov.	46° 43.0', 75° 15.2'	Isla Baja. Submareal. Poco expuesto.
72—50—1	12 Nov.	45° 28.1', 74° 25.2'	Puerto Yates. Submareal, protegido.
72—59—2	16 Nov.	45° 25.5', 74° 05.5'	Grupo Smith. Canal Darwin. Submareal. Fuertes corrientes.
72—61—3	17 Nov.	43° 54.7' 73° 16.3'	Islote Caniao. Isla Refugio. Submareal. 3 m.
72—70—23	20 Nov	43° 50.1', 73° 47'	Canal Puquitín. Submareal, 1—10 m. Poco expuesto

fue teñido de acuerdo al método de Wittman (1965). Las secciones del tejido del alga fueron realizadas en un criostato a -20°C con el material embebido en recina (Histo-Prep, Fischer). Los dibujos se realizaron con una cámara clara de Spencer.

El material de herbario fue solicitado a Duke University (DUKE), Botanical Musseum, Lund (LD), Algoteca Universidad de Antofagasta (ALGIOA), Herbario Universidad del Norte (UNCOQ), Herbario del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN-SGO.) y Herbario de la Sala de Sistemática de la Pontificia Universidad Católica de Chile (SSUC).

RESULTADOS

BRANCHIOGLOSSUM Kylin 1924

Talo plano, erecto (4-20cm), monoestratificado, de bordes continuamente ramificados. Presenta un nervio medio donde la capa celular es poliestromática. Ausencia de nervios laterales microscópicos. Célula apical dividida transversalmente. Células iniciales de segundo y tercer orden llegando hasta los bordes de la lámina. No se observan divisiones intercalares. Procarpos sobre el nervio medio. La mayoría de las células del gonimoblasto producen carpoesporas. Carpoesporas en cadena. Soros tetraesporangiales a ambos lados del nervio medio, al principio de forma elongada para posteriormente cubrir gran parte de los bordes de la lámina desde su base hasta el ápice. Esporas tetraédricas que se originan en células corticales. Plantas masculinas con soros a ambos lados del nervio medio. Los espermatangios se originan en células corticales.

Tipo *Branchioglossum woodii* (J. Ag.) Kylin
Basionimia *Delesseria woodii* J. Ag.

Especies citadas para Chile.

a) *Branchioglossum bipinnatifidum* (Mont) Wynne
Basionimia *Delesseria bipinnatifida* Montagne
Sinonimia *Erythroglossum bipinnatifidum* (Mont) J. Ag.
Agardh, 1898; Montagne, 1837; Navas, 1965; Mikami, 1979; Wynne, 1983.

b) *Branchioglossum brattstroemi* Levring
Levring, 1960; Santelices y Abbott, 1978.

c) *Branchioglossum woodii* (J. Ag.) Kylin
Ramírez, 1982
Localidad tipo: Valparaíso.

Plantas examinadas

DUKE (Plantas del crucero R/V Hero) 72-47-3 (♂); 72-59-2 (♀); 72-70-23 (♀); 72-33-6 (⊗); 72-36-18(⊗); 72-47-26 (⊗); 72-61-3 (♀); 72-36-(3-5) (♂); 72-33-20 (♀); 72-50-1 (♀); 72-33-9 (⊗); UNCOQ: 00522 (♀), 00520, 00527, 00521, 00523, 00524, 00525 (⊘); 00526; ALGIOA, 423 (♀); SSUC, 4379-b (⊗); MNHN-SGO: 106082 (⊗); LD: Tipo *B. brattstroemi*.

Morfología vegetativa.
B. bipinnatifidum

La lámina es monoestromática, excepto a lo largo del nervio medio. El crecimiento de la fronda es producto de las divisiones anticlinales de la célula apical uninucleada, donde a 10-15 segmentos del ápice las células centrales sufren divisiones periclinales, lo que permite el crecimiento en grosor del nervio medio. Las células centrales se dividen anticlinalmente hacia ambos márgenes originando las células iniciales de segundo orden.

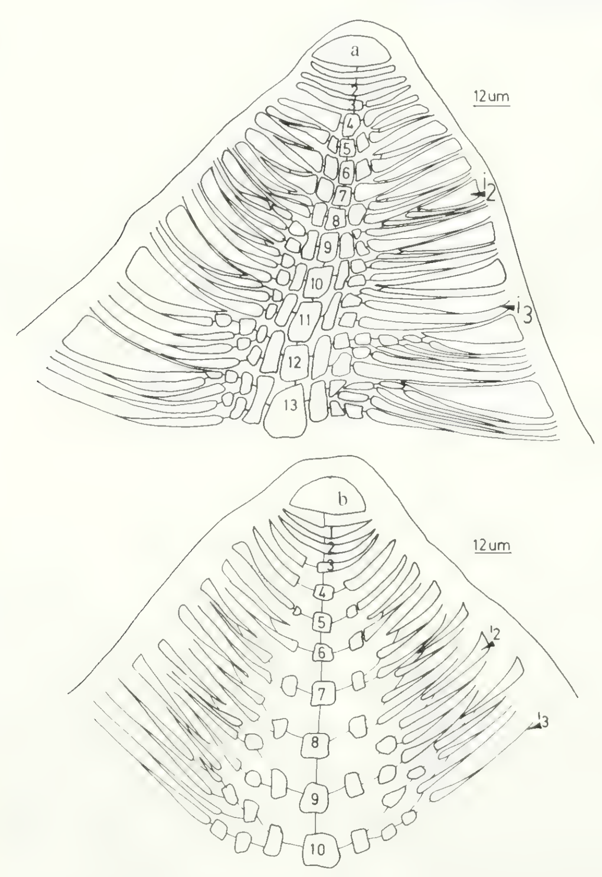


Fig. 3. Apice del tipo de *B. brattstroemi* (a) y ápice de *B. brattstroemi* recolectado en el sur de Chile (b).

Posteriormente cada célula de segundo orden se divide anticlinalmente dando comienzo a la filas de células de tercer orden (Fig. 3).
Esta secuencia origina una lámina lanceolada de arquitectura simétrica que se interrumpe por ramificaciones laterales. No se observan divisiones intercalares en las células centrales, células de segundo orden y células de tercer orden. Las células iniciales de segundo y tercer orden pueden alcanzar hasta los bordes de la lámina. Las ramificaciones surgen desde los bordes de la lámina principal cuando una de las células iniciales de segundo orden comienza a actuar como célula apical. En la base de la lámina principal hay un breve estipe corticado que se comunica con un disco adhesivo del cual surgen proyecciones rizoidales filamentosas y multiseriadas que se originan en células corticales y pericentrales.

Desarrollo de los tetraesporangios

Las plantas tetraesporangiales son semejantes a las plantas masculinas y femeninas. Las tetraesporas nacen en soros elongados que se desarrollan a ambos lados del nervio medio y que se encuentran en la lámina principal y láminas secundarias (Fig. 4).

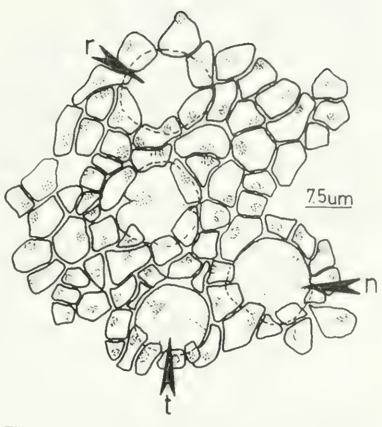


Fig. 4. Vista superficial de un soro tetraesporangial de *B bipinnatifidum* donde se observan los rudimentos tetraes porangiales (r), tetraesporangios tetraédricos (t) y núcleo de la tetraspora (n)

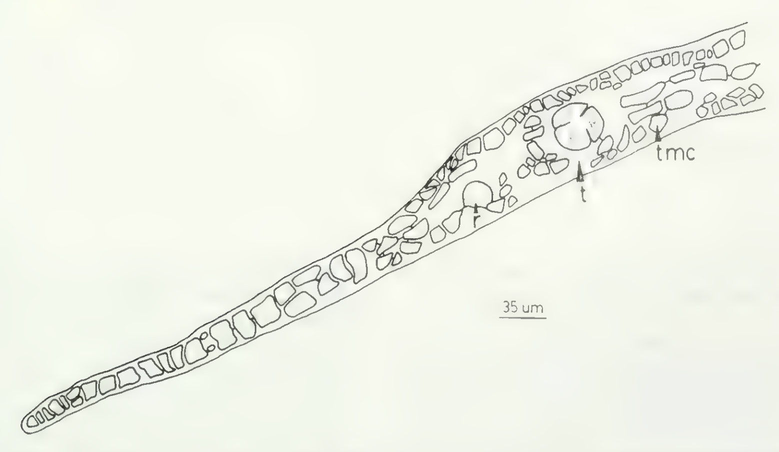


Fig. 5. Sección de una fronda madura del tetraesporofito de *B. bipinnatifidum* donde se aprecia los rudimentos del tetraesporangio (r), la célula madre del tetrasporangio (tmc) y el tetraesporangio (t)

En un corte transversal (Fig. 5) es posible observar que los tetraesporangios tetraédricos están parcialmente recubiertos por células corticales que se han iniciado a partir de células pericentrales. Es posible observar que en torno a cada tetraesporangio se conforma una "empalizada" de células que lo rodea casi completamente. Situación que se empieza a configurar cuando surgen los rudimentos tetraesporangiales. Las células que se originan de las células pericentrales pueden llegar a ser la célula madre del tetraesporangio.

Desarrollo de los espermatangios

Las plantas masculinas son semejantes en hábito a las planta tetraesporofíticas y femeninas. Los soros espermatangiales se sitúan a ambos lados del nervio medio, cubriendo gran parte de la lámina. El soro se inicia a 4-6 células del borde de la lámina (Fig. 6).

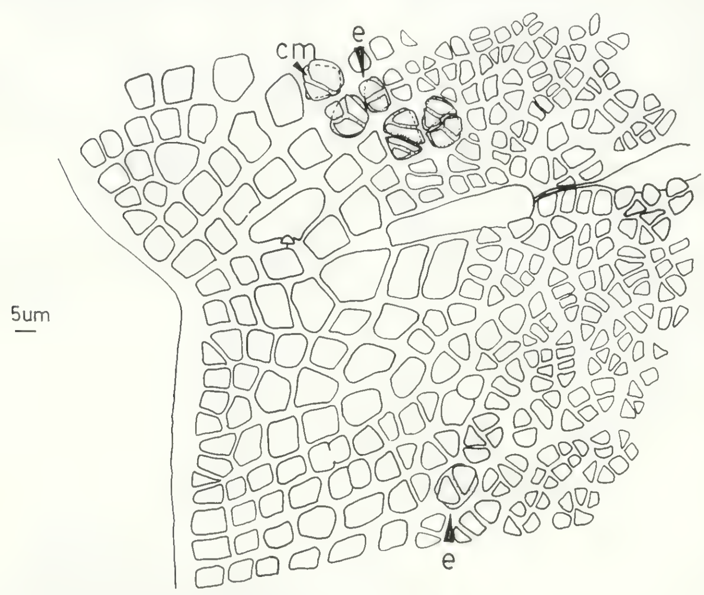


Fig. 6. Vista superficial de un soro espermatangial de *B. bipinnatifidum* donde se indica la presencia de espermatangios (e) y célula madre de los espermatangios (cm)

Los espermatangios pueden ser primarios o secundarios, ambos se originan a partir de la célula madre de los espermatangios que a su vez proviene de una división periclinal de cada célula pericentral. Luego por divisiones anticlinales se producen hasta 7 células madre del espermatangio por cada célula central (Fig. 7).

Desarrollo del procarpo

Los estados iniciales de desarrollo del procarpo se pueden observar a 8-10 segmentos de ápice en las células centrales de la lámina principal o en las láminas secundarias. Primero se divide la célula central periclinalmente y posteriormente se producen divisiones anticlinales que darán origen a la rama carpogonial que posee dos grupos de células estériles y un filamento procárpico de 4 células en cuyo inicio se sitúa el carpogonio. Es posible observar la secuencia de desarrollo del procarpo al observar la lámina desde el ápice hacia su base (Fig. 8).

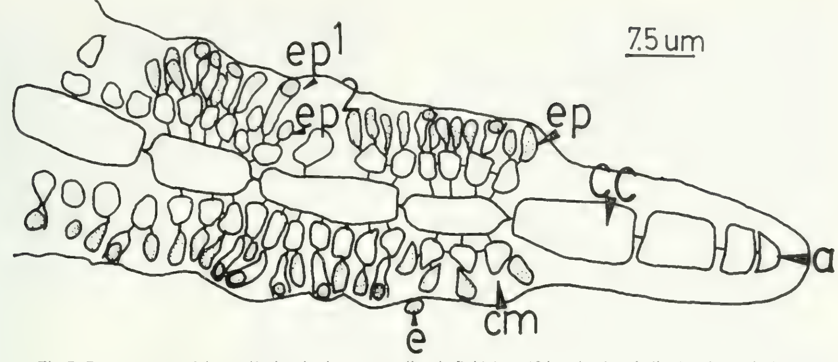


Fig. 7. Corte transversal de una lámina de planta masculina de *B. bipinnatifidum* donde se indica la célula apical (a), célula central (cc), célula madre de los espermatangios (cm) espermatangios primarios (ep1) y espermatangios secundarios (ep2) y espermacio (e)

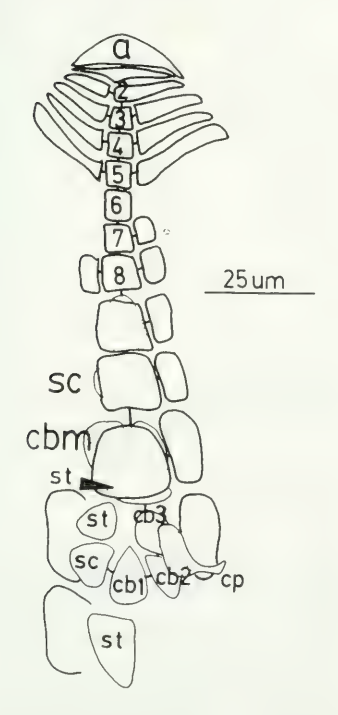


Fig. 8. Lámina de una planta femenina de *B. bipinnatifidum* donde se observa la célula central (sc), la célula inicial de la rama carpogonial (cbm), células estériles (st), células del filamento capogonial (cb 1, 2, 3), carpogonio (cp) con una proyección que corresponde a la tricogina

Posteriormente a la fertilización, la célula auxiliar sufre una división anticlinal que dará origen a la célula inicial del gonimoblasto (Fig. 9).

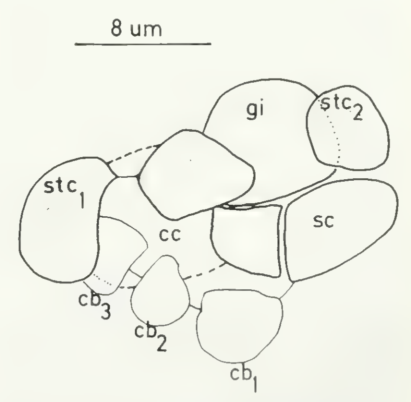


Fig. 9. Estado de post fertilización de *B. bipinnatifidum* donde se aprecian los dos grupos de células estériles (stc1, stc2), la célula central (cc), la célula de soporte (sc) y parte de la rama carpogonial (cb 1, 2, 3)

En este estado aún se mantiene el filamento carpogonial donde el primer grupo de células estériles está integrado por 2 células, mientras que el segundo grupo de células estériles está conformado por una célula.

Carpoesporófito

El carpoesporófito se inicia una vez que se une el núcleo masculino con el núcleo del carpogonio. Al aparecer la célula auxiliar y la rama carpogonial se hacen menos notables. El gonimoblasto inicial se divide transversalmente. Posteriormente la célula central, la célula de soporte y la célula auxiliar forman un conglomerado multinucleado que se denomina célula de fusión, a partir de la cual el gonimoblasto se ramifica monopodialmente. La célula madre de los carpoesporangios es alargada y conectada a una cadena de carpoesporas (Fig. 10).

150 um
ca
fc

Fig. 10. Corte transversal de un cistocarpo de *B. bipinnatifidum*. Presenta una gran célula de fusión central de donde surgen ramificaciones del gonimoblasto que terminan en cadenas de carpoesporas

DISCUSION

De las 9 especies que conforman el género *Branchioglossum*, 3 de ellas han sido citadas para la costa chilena. De una observación detallada de la morfología de las plantas recolectadas entre Antofagasta e Isla San Pedro, se puede concluir que todas las plantas analizadas conforman con *B. bipinnatifidum* (Mont) Wynne y que por lo tanto la especie citada por Levring (1960) como *B. brattstroemi* debe pasar a la sinonimia, situación que ha sido sugerida por Ballantine y Wynne (1987) y pudo ser confirmada teniendo como referencia el detallado trabajo de Mikami (1973, 1979), las plantas ya analizadas y el ejemplar tipo de *B. brattstroemi.*

Al igual que otras especies de la familia Delesseriaceae, *B. bipinnatifidum* muestra un polimorfismo que obliga a tener una muestra representativa de sus poblaciones para poder delimitar el taxón. El rango de distribución de *B. bipinnatifidum* en Chile va desde Antofagasta has-

ta Isla San Pedro entre 3 y 27 m de profundidad. Finalmente es posible sugerir que *B. bipinnatifidum* está estrechamente relacionado con *B. woodii* fundamentándose en las observaciones de Abbott y Hollenberg (1976) y la afirmación de Levring (1960). Luego es necesario efectuar una comparación detallada de ambas especies con la finalidad de establecer si ambas conforman con un mismo taxón.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración y envío de material a los conservadores de los herbarios de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Museo Nacional de Historia Natural, Lund Botanical Museum, Instituto de Oceanología Universidad de Antofagasta y especialmente al Dr. R.B. Searles que me facilitó todo el material disponible del crucero efectuado por el R/V HERO en Chile. Finalmente deseo expresar mis agradecimientos a Sergio Escobar, quien ordenó parte del material de estudio, y a la Prof. Ericka Fonck por sus comentarios. Este trabajo forma parte del programa Biología y Cultivo de Algas Marinas y fue posible gracias al financiamiento de la DGI de la Universidad del Norte.

BIBLIOGRAFIA

ABBOTT, I. and HOLLENBERG, G. 1976. Marine Algae of California, Standford Univ. Press. California, 827 pp.

AGARDH, J.G. 1898. Species, genera et ordines algarum 3. De dispositione Delesseriearum mantissa algológica. Lund.

BALLANTINE, D.L. and WYNNE, M.J. 1987. Notes on the marine algae of Puerto Rico. III. *Branchioglossum pseudo postratum*, New Species and *B. prostratum* Schneider (Rhodophyta: Delesseriaceae). Bull, Mar. Sc., 40: 240—245.

EDDING, M. 1982. Morphology and Taxonomy of *Pseudo phycodrys* Skottsberg, 1923. Duke University: 116 pp. (Tesis).

ETCHEVERRY, H. 1958. Bibliografía de las Algas Chilenas. Rev. Biol. Mar. 7(1-2-3): 63-182

KYLIN, H. 1923. Studien über die Entwicklungsgeschichte der Florideen. Kung. Svensk. Vet. Handb. 63: 1—139

KYLIN, H. 1924. Studien über die Delesseriaceen. Lunds Univer. Arssk. 20(6):1—111

KYLIN, H. 1956. Die Gattungen der Rhodophycean. Gleerups, Lund XV + 673 pp.

LEVRING, T. 1960. Contributions to the Marine Algal Flora of Chile. Lunds Univer. Arssk. 56(10): 1—83.

MENDOZA, M.L. 1969a. Las Delesseriaceae (Rhodophyta) de Puerto Deseado, Provincia de Santa Cruz, Argentina, I Estudios sistemáticos y ecológicos de los géneros *Schizoseris* Kylin, *Cladodonta* Skottsberg e *Hymenena* Greville. Physis 28: 419—441.

MENDOZA, M. L. 1969b. Las Delesseriaceae (Rhodophyta) de Puerto Deseado, Provincia de Santa Cruz, Argentina. II. Estudio sistemático del género *Myriogramme* Kylin, Physis 29: 245—260.

MENDOZA, M.L. 1974. El estado sexual masculino de *Delesseria fueguensis* Skottsberg y la presencia de los géneros *Delesseria* Lamoroux y *Schizoseris* Kylin (Rhodophyta) en Tierra del Fuego e Isla de los Estados. Physis 33: 483—504.

MIKAMI, H. 1973. On the procarp and the male plant in *Branchioglossum nanum* Inagaki. Bull. Jap. Soc. Phycol. 21: 24—28.

MIKAMI, H. 1979. On *Erythroglossum bipinnatifidum* (Rhodophyceae, Delesseriaceae) from Chile. Jap. J. Phycol., 27: 35—38.

MONTAGNE, C. 1837. Centurie des plantes celulaires exotiques nouvelles. Ann. Sci. Nat. ser, 2. 8: 345—370.

NAVAS, E. 1965. Algas Marinas de la Bahía de Quintero. Rev. Universitaria (Univ. Católica) Fasciculo I: 95—120.

RAMIREZ, M.E. 1982. Nuevos Registros de Algas Marinas para Antofagasta (Norte de Chile). Bot. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 39: 11—26.

SANTELICES. B. and ABBOTT, I. 1978. New records of marine algae from Chile and their effect on phytogeography. Phycologia 17: 213—222.

WITTMAN, W. 1965. Aceto—Iron—Hematoxylin—Chloral Hydrate for chromosome staining. Stain Tech. 40: 161—164.

WYNNE, M.J. 1970. Marine Algae of Amchitka Island (Aleutian Islands). I. Delesseriaceae. Syesis 3: 95—144.

WYNNE, M.J. 1983. The Current Status of genera in the Delesseriaceae (Rhodophyta). Botánica Marina 26:437—450.

Gayana, Bot. 45 (1-4):163-171, 1988 ISSN 0016-5301

CONSIDERACIONES BIOLOGICAS Y BIOGEOGRAFICAS DE LAS CORALLINACEAE (RHODOPHYTA) DE LAS COSTAS DE LA ISLA GRANDE DE TIERRA DEL FUEGO

BIOLOGICAL AND BIOGEOGRAPHIC CONSIDERATIONS OF CORALLINACEAE (RHODOPHYTA) FROM THE COAST OF TIERRA DEL FUEGO

María Laura Mendoza*

RESUMEN

Las Corallinaceae es uno de los grupos algales con un óptimo desarrollo en las costas de la Isla Grande de Tierra del Fuego. La marcada dominancia de los talos calcáreos incrustantes da una fisonomía particular a la flora marina bentónica de esta región.

Nos referimos a los extensos revestimientos calcáreos que se forman en el intertidal inferior y el subtidal de: *Pseudolithophyllum fueguianum*; *Hydrolithon consociatum*; *H. discoideum*; *H. falklandicum*; *H. subantarcticum*; *Clathromorphum obtectulum*; *C. lemoineanum*; *Lithothamnion neglectum*; *L. granuliferum*; *Tinatoderma conspectum* y *Meshophyllum fueguianum*.

Además se observan, en el Canal Beagle, bancos calcáreos de alga incrustante arbuscular, *L. heterocladum*.

Pero en esta región es muy escaso el desarrollo de los talos articulados (*Corallina officinalis*, *C. elongata* y *Bossiella orbigniana* spp. *orbigniana*).

También se manifiesta el epifitismo estricto de *L. antarcticum* y *L. mülleri*. Se señalan las asociaciones; variaciones morfológicas en función del hydrodinamismo o distribución geográfica; y las preferencias batimétricas de algunos taxones. Se da a conocer la constante y marcada distribución vertical de las Corallinaceae en el intertidal inferior, subtidal, y en las piletas de mareas. Estas especies forman verdaderas estratificaciones en función de los factores fóticos. Se demuestran las variaciones observadas, en un mismo ejemplar, de los *Lithothamnion* fueguinos (hipotalo simple, plumoso, o falso hipotalo coaxial). Se señala que también en estos taxones, una misma planta, posee las células epiteliales características del género y ovoideas. En los *Lithothamnion* de esta región (que incluye la especie tipo del género) el carposporofito presenta una gran célula de fusión, filamentos del gonimoblasto desarrollado, y carposporangios marginales, terminales que originan carpósporas grandes en cadena. Se menciona que *L. rugosum* posee sólo conceptáculos asexuales con bisporas.

*Centro Austral de Investigaciones Científicas, CADIC
C.C. 92, 9410 Ushuaia.
Tierra del Fuego — Argentina

ABSTRACT

The crustose Corallinaceae algae have an optimal development in the coasts of Tierra del Fuego, Argentina. The study of the preserved type-specimens in the Foslie Collections (TRH) as well as field observations allow us to confirm that the calcareus revetments in the intertidal and subtidal zone are composed by *Pseudolithohyllum fueguianum*; *Hydrolithon consociatum*; *Clathromorphum obtectulum*; *Clathromorphum lemoineanum*; *Lithothamnion neglectum*; *Lithothamnion granuliferum*; *Tinatoderma conspectum* and *Mesophyllum fueguianum*.

There are two species of branched crustose forms; one species, *Lithothamnion heterocladum* forms banks in Beagle Channel and the another one, *Lithothamnion rugosum*, branched-crustose and knobbed form is found in the Atlantic Coast of the Beagle Channel.

Erect articulated forms are rare (*Corallina officinalis*, *Corallina elongata* and *Bossiella orbigniana* spp. *orbigniana*).

The crustose Corallinaceae have a strong vertical distribution in the intertidal and subtidal zone.

The persistance of the same succession of permanently submerged species in intertidal pools suggest the predominance of light as an ecological factor for these algae. Another crustose algae have morphological variation in relation to hydrodynamic function (*Pseudolithophyllum fueguianum*; *Lithothamnion neglectum: Lithothamnion antarcticum)*.

The other taxa have bathymetric preferences (*Clathromorphum obtectulum*; *Clathromorphum lemoineanum*; *Lithothamnion heterocladum*; *Lithothamnion rugosum*, *Lithothamnion granuliferum*; *Lithothamnion falklandicum*, *Lithothamnion neglectum*. Another crustose associations possibly consist of *H. discoideum* and *H. subantarcticum*; *C. obtectulum* and *C. lemoineanum*, *L. schmitzii* and *T. conspectum*.

KEYWORDS: Rhodophyta, Corallinaceae, biology, geography, Fuegia.

INTRODUCCION

Las Corallinaceae, algas rojas calcáreas, se las observa con un óptimo desarrollo en todas las localidades de la Isla Grande de Tierra del Fuego.

Los primeros trabajos en relación a estas algas fueron ejecutados por Foslie (1900, 1905, a b 1906, 1907 a,b,c,; 1908, 1909, 1929), Heydrich (1900, 1901) y Lemoine (1912, 1913).

Estos especialistas estudiaron el material recolectado en las costas fueguinas por expediciones extranjeras realizadas a fines del siglo pasado y principios del actual.

Más tarde otros autores mencionan la presencia de algas calcáreas en las costas de la Isla Grande de Tierra del Fuego, pero estas citas están basadas en las identificaciones efectuadas por Foslie, Heydrich o Lemoine.

En 1970 Adey, al reestudiar los ejemplares de la colección original de Foslie, revisa los tipos de las costas fueguinas.

Pero es recién en 1974 cuando se retoma el estudio en forma continuada de las Corallinaceae fueguinas (Mendoza 1974, 1976 a,b,c, 1979; Mendoza et Cabioch 1984, 1985 y 1986 a,b), mediante estudios ejecutados a partir de nuevas recolecciones y observaciones realizadas "in situ" en las costas de la Isla Grande de Tierra del Fuego.

También en estos trabajos se ejecutó el análisis de los tipos de todas las especies. Ejemplares originales de la colección de Foslie, Heydrich o Lemoine depositados en los herbarios de TRH (Trondheim) y PC (Paris).

Las últimas investigaciones realizadas en relación a estas algas nos permiten señalar los resultados que a continuación se pasan a considerar.

MATERIAL Y METODO

Las recolecciones y observaciones se realizaron, en cursos prospectivos, desde 1967 a 1983. Estas, luego de una interrupción de cuatro años, se las continúa en 1984 y, a partir de octubre de 1986, todos los meses en los días de mareas mínimas.

Las principales localidades estudiadas son: Argentina, Tierra del Fuego -costa atlántica Auricosta: Cabo Viamonte, Cabo y Bahía San Pablo, Cabo Irigoyen, Cabo San Vicente, Bahía Thetis y Caleta Tres Amigos; -Canal de Beagle-Ushuaia (Escarpado, Bahía Golondrina, Puerto Brown; Islas Bridges e Islas Gables).

Se analizó, además, fragmentos de los ejemplares tipos, de todas las especies identificadas para las costas fueguinas. Ejemplares depositados en los herbarios TRH (Trodheim) y PC (Paris).

Los ejemplares fueron fijados y conservados en formol neutro al 4 por ciento en agua de mar. La organización interna y los órganos reproductores se estudió por medio de cortes longitudinales radiales o axiales del talo.

La descalcificación y preparación del material se efectuó según las técnicas tradicionales para este material (Cabioch, 1972). Coloreados con hematoxilina de Erhlich y constrastados con fucsina ácida.

RESULTADOS

En las costas de Tierra del Fuego, como en otras regiones del mundo, las Corallinaceae tienen un rol importante en el funcionamiento de los ecosistemas cotidales, tanto por las concreciones calcáreas que constituyen como por la biomasa que representan (Adey, 1973; Littler, 1972 y Johansen, 1981).

En esta región la biomasa de las algas calcáreas está constituida, casi exclusivamente, por talos circulares incrustantes y por los bancos que se observan en el Canal Beagle de la forma arbuscular *L. heterocladum* (Mendoza et Cabioch, 1986).

En todas las localidades los talos incrustantes recubren áreas extensas, del intertidal inferior y subtidal.

Estas concreciones calcáreas están formadas por taxa exclusivos de aguas frías del hemisferio austral y, algunos, típicos de las costas fueguinas.

También estos taxa calcáreos, por presentar una marcada y constante distribución vertical en las zonas del balanceamiento de las mareas, son considerados indicadores biológicos. Ellos, conjuntamente con otras especies, permiten delimitar las diferentes zonas ecológicas del cotidal fueguino.

En todas las localidades de la costa de Tierra del Fuego el género *Pseudolithophyllum* está representado por una única especie *P. fueguianum*.

Taxón dominante de las Corallinaceae fueguinas. Sus talos circulares incrustantes recubren casi totalmente el sustrato rocoso del subtidal y el fondo de las piletas de mareas del intertidal inferior.

El género *Pseudolithophyllum* fue establecido por Lemoine (1913). Su verdadero estatus nomenclatural genérico, en acuerdo con las normas del *"ICBN"* data de 1984 -*Pseudolithophyllum* (Lemoine) Mendoza y Cabioch (nom. cons.) especies tipo *P. fueguianum* (Heydr.) Mendoza y Cabioch típica de las costas fueguinas.

Este género se identifica por poseer un hipotalo siempre uniestratificado, peritalo bien desarrollado con abundante sinapsis secundarios; marcado meristema intercalar marginal, y epitalo pluriestraficado fotosintético. Conceptáculos asexuales uniporados.

Pseudolithophyllum, taxón típico de aguas frías (región antártica y subantárticas); y de aguas meridionales de las costas europeas. En esa región el género está representado por siete especies (Mendoza y Cabioch, 1984).

P. fueguianum, único taxón del hemisferio austral alcanza su óptimo desarrollo en las costas de Tierra del Fuego (dominante) y muy abundante en la región antártica e Islas Malvinas. Pero esta especie no se la observa al norte del Estrecho de Magallanes (Mendoza y Cabioch, 1984).

Si bien en la literatura *Pseudolithophyllum* es citado para la costa patagónica argentina se debe a una larga confusión establecida en relación a este género (Mendoza y Cabioch, 1984).

P. fueguianum en las costas de Tierra del Fuego presentan variaciones morfológicas en función de las condiciones hidrodinámicas. En las costas de aguas calmas está representado esencialmente por talos planos, y en aguas agitadas forma verdaderos microarrecifes.

Los importantes revestimientos calcáreos que forma esta especie se asemejan a los que constituye *Lithophyllum incrustans* en las costas europeas; o los que forma *Clathromorphum compactum* en las costas de Quebec, Canadá (Cabioch, 1979).

Los taxa del género *Hydrolithon* poseen un óptimo desarrollo en todas las localidades de la costa fueguina. Sus talos incrustantes recubren, esencialmente, extensas áreas del intertidal inferior. Además ellos, conjuntamente con *P. fueguianum*, forman las importantes concreciones calcáreas que se observan en el subtidal.

Cinco especies son reconocidas para esta región. Todas incrustantes que van, desde talos delgados orbiculares (*H. subantarcticum*, *H. decipiens*) a costras simples espesas (*H. discoideum*) o costras gruesas, de bordes elevados, confluentes (*H. consonciatum*) o con pequeñas excrecencias abovedadas (*H. falklandicum*).

Este género fue creado por Foslie (1905) como un subgénero de *Goniolithon*. Más tarde Foslie (1909) lo eleva al rango de género; y posteriormente Mendoza y Cabioch (1986) lo enmiendan.

Hydrolithon se lo identifica por poseer un hipotalo siempre uniestratificado, un peritalo desarrollado con fusiones laterales; marcado meristema marginal intercalar; y un epitalo de espesor variable formado por una, o dos o más capas de células. Con tricocistos o carente de ellos según la región geográfica donde se desarrollan los taxones. Conceptáculos asexuales uniporados (Mendoza y Cabioch, 1986).

Taxón reconocido, por largo tiempo exclusivo de aguas tropicales (Adey, 1973; Johansen, 1981; Littler, 1972). En 1979 Mendoza detecta su desarrollo en aguas subantárticas y antárticas argentinas. Posteriormente Mendoza y Cabioch (1986) señalan su presencia en costas de aguas frías del hemisferio austral (Argentina, Chile, Isla Crozet, Isla Kerguelen y Nueva Zelandia).

En relación a la distribución vertical, las especies de *Hydrolithon* presentan características remarcables en todas las localidades de esta región.

Los taxa poseen, en la plataforma rocosa de la zona de balanceamiento de las mareas, una marcada y constante distribución vertical, formando verdaderas estratificaciones. Igual distribución vertical de las especies se observan en las piletas de mareas.

La presencia de una igual estratificación específica en las piletas de mareas, biotipos ausentes del factor de inmersión y de temperaturas poco fluctuantes pone de relieve la importancia primordial de los factores fóticos en la distribución vertical de estos taxones.

H. falkladicum alcanza óptimo desarrollo en el comienzo del intertidal inferior y en los bordes de las piletas de marea. Mientras que *H. discoideum* e *H. subantarcticum*, manifiesta un extenso crecimiento en el tramo final del intertidal inferior y en la profundidad media de las piletas de mareas. *H.consociatum*, su máximo desarrollo se lo observa en el subtidal superior y en el fondo de las piletas de mareas del intertidal inferior.

Las especies del género *Hydrolithon* por presentar un óptimo desarrollo y una marcada distribución vertical permiten que se las consideren:

— elementos esenciales en la constitución de los ecosistemas;
— y taxa fundamentales en la delimitación de las diferentes porciones ecológicas del cotidal fueguino.

Algunos taxa del género poseen variaciones morfológicas externas en función de la distribución geográfica.

H. falklandicum en las costas de Tierra del Fuego está representado por talos con pequeñas excrecencias abovedadas; y con pequeñas ramas o mamelones en las Islas Malvinas.

H. consociatum en las costas fueguinas forma talos orbiculares, planos, con bordes elevados del sustrato; y con pseudoramas anastomosadas en las Islas Malvinas.

También todas las especies del género *Hydrolithon* carecen de tricocistos en Tierra del Fuego; mientras que en las Islas Malvinas las mismas especies poseen siempre abundantes tricocistos.

H. discoideum y *H. subantarcticum* se los observa asociados. Cuando estas dos especies se desarrollan simultáneamente en la misma porción del cotidal, siempre los talos de *H. discoideum* se forman sobre *H. subantarcticum*.

Asociaciones constantes que ponen en evidencia, que no se trata de casos fortuitos. Tampoco éstas son competitivas, ya que no se observan transformaciones del tejido en los contactos de los talos. Asociaciones que responden a afinidades morfogenéricas específicas (Mendoza y Cabioch, 1986, a,b).

En toda la costa de Tierra del Fuego se observa un óptimo desarrollo de las especies del género *Lithothamnion* de talo incrustante. Ellas constituyen, con otros taxa, la biomasa calcárea del intertidal inferior y subtidal superior.

En el subtidal inferior de diferentes localidades del Canal Beagle se detectan, además, bancos de algas calcáreas. Estos formados por la única especie incrustante arbuscular fueguina *Lithothamnion heterocladum*.

También en el subtidal inferior se presenta una especie incrustante nodular, *L. rugosum*. Está representada en diferentes localidades de la costa atlántica y Canal Beagle (Cabo San Pablo, Bahía Thetis, Puerto Brown, Ushuaia, Bahía Golondrina).

El género *Lithothamnion* fue establecido por Philippi (1837). Su estatus nomenclatural genérico según las normas del "ICBN" *Lithothamnion* Heydr., 1897 (nom. cons.) es instituido por Woelkerling (1983).

Este género se identifica por poseer un hipotalo pluriestratificado, de estructura simple; peritalo bien desarrollado con fusiones laterales, marcado meristema intercalar marginal; epitalo uniestratificado con células características (forma de bote). Conceptáculos multiporados (Woelkerling, 1983).

Lithothamnion es un género de una amplia distribución geográfica, particularmente bien representado en aguas frías. El se encuentra en aguas meridionales y menos abundante en aguas tropicales (Adey; 1973, Cabioch, 1979; Johansen, 1981; Littler, 1972).

En las costas fueguinas, zonas de aguas frías, este taxón ocupa el tercer lugar en relación al desarrollo de las algas calcáreas. Ya que *Pseudolithophyllum* es dominante e *Hydrolithon* muy abundante.

Lithothamnion es el género con mayor número de especies en las costas de Tierra del Fuego (*L. annulatum*; *L. antarcticum*; *L. granuliferum*; *L. heterocladum*; *L. kerguelenum*; *L. neglectum*; *L. rugosum*; *L. schmitzii*; *L. variabile* y *L. mülleri*). Esta última especie tipo del género (Woelkerling, 1983).

Los taxa mencionados presentan, en esta región, variaciones remarcables en la organización interna, ciclo reproductor y características ecológicas.

En casi la totalidad de las especies fueguinas el hipotalo presenta, en un mismo ejemplar, porciones con estructura simple, otras plumosa, y otras con falso hipotalo coaxial.

También en estos taxa el epitalo está constituido, en una misma planta, por células características (en forma de bote) y por células ovoideas.

Por las variaciones mencionadas, en los párrafos anteriores, los *Lithothamnion* fueguinos constituyen un grupo de especies que eslabonan, los taxones europeos de este género y los de *Mesophyllum*.

En todos los taxa estudiados (que incluye la especie tipo del género) el carposporofito consta de una gran célula de fusión, filamentos del gonimoblasto bien desarrollados y carposporangios terminales, marginales que forman carpósporas en cadena.

Casi todos los *Lithothamnion* analizados poseen, como la mayoría de las Corallinaceae, ciclo reproductor trigenético, dimorfo, diplohaplofási-

co. Este ciclo en *L. rugosum* es monogenético, monomorfo, diplofásico (según la terminología de Feldmann). En *L. rugosum* presenta sólo conceptáculos asexuales con bisporas. Estas liberadas forman nuevas plantas esporofíticas.

Los *Lithothamnion* presentan, en la plataforma rocosa y en las piletas de marea del cotidal, una marcada y constante distribución vertical formando verdaderas estratificaciones.

La presencia de una misma distribución vertical de los taxones en las piletas de mareas, biotopos, de inmersión constante y temperatura poco fluctuante, manifiesta que esta distribución está dada en función de los factores fóticos.

L. neglectum alcanza su óptimo desarrollo en los comienzos del intertidal inferior y en los bordes de las piletas de marea. Mientras que en *L. schmitzii* se observa un extenso crecimiento al finalizar el intertidal inferior y en la profundidad media de las piletas de mareas.

L. granuliferum su máximo desarrollo se detecta en el subtidal superior y en el fondo de las piletas de marea del intertidal inferior. *L. heterocladum* y *L. rugosum* son exclusivos o casi exclusivos del subtidal inferior.

Otra característica de algunos de los taxa fueguinos es el marcado epifitismo. Epifitismo estricto: *L. antarcticum* se desarrolla, casi siempre, sobre los talos de *Ballia callitricha*; y *L. mülleri* sobre *Ahnfeltia plicata*.

Epifitismo de preferencias de sustrato biológico, *L. kerguelenum* y *L. schmitzii* son, generalmente, epilípticos o epizoicos. Pero se adhieren también a *Macrocystis pyrifera*; *Lessonia fuscescens* o *Durvillea antarctica*.

En *L. neglectum* y *L. antarcticum* se observan variaciones morfológicas en función de las condiciones hidrodinámicas. Estas especies presentan en las costas de aguas agitadas talos semicirculares pequeños. En las de aguas calmas los ejemplares son circulares u orbiculares, grandes (dos, tres o cuatro veces de mayor tamaño que las anteriores).

Por otra parte, los bancos de *L. heterocladum* poseen marcadas semejanzas con los fondos de "maërl" que constituye *L. coralloides* en las costas de Francia (Cabioch, 1974).

Especie que por su alto contenido de CO_3 es utilizada para corregir el pH de suelos ácidos de cultivo. De allí que la existencia de los bancos de *L. heterocladum* representa un potencial de interés económico para Tierra del Fuego.

Los análisis químicos de estas algas han demostrado que su composición es en su mayor parte de naturaleza inorgánica. Las cenizas representan de un 54% a un 60% de su peso. El principal componente de las cenizas es el CO_3Ca, de un 60 a un 90%. De 100 Kg de alga seca se obtienen de 60 a 90 Kg de CO_3Ca (Iglesia y Mendoza, 1981).

El género *Clathromorphum* es uno de los taxa que compone la biomasa de las Corallinaceae fueguinas. El está representado en esta región por dos especies: *C. obtectulum* y *C. lemoineanum*.

Clathromorphum se los consideró por largo tiempo taxón exclusivo de aguas frías del hemisferio boreal (Adey, 1973; Lebednik, 1972; Johansen, 1981). En estos últimos años Mendoza y Cabioch (1985) detectan, por primera vez, su presencia en aguas frías del hemisferio austral (Antártida; Tierra del Fuego; Islas Malvinas e Islas Kerguelen).

En el hemisferio austral su óptimo desarrollo se observa en la Antártida Argentina e Isla Kerguelen (Mendoza y Cabioch, 1985). También este taxón en la costa atlántica fueguina constituye revestimientos calcáreos de relevante importancia.

Clathromorphum fue establecido por Foslie (1898) y enmendado por Lebednik (1974). Se instituye este taxón con el fin de agrupar y separar de *Lithothamnion* un conjunto de especies que poseen, fundamentalmente un epitalo pluriestratificado fotosintético.

En las dos únicas especies de las costas fueguinas se observan preferencias batimétricas remarçables. *C. obtectulum* alcanza su óptimo desarrollo en el intertidal inferior y se prolonga en forma escasa en el subtidal. Mientras que *C. lemoineanum* con escaso crecimiento en el intertidal inferior se continúa, con un máximo desarrollo, en el subtidal.

También estas dos especies forman notables asociaciones. Cuando ellas se desarrollan simultáneamente en la misma zona del cotidal, siempre *C. obtectulum* recubre los talos de *C. lemoineanum*.

Sólo en *C. obtectulum* se observan variaciones morfológicas en función de la distribución geográfica. Ella presenta, en las costas fueguinas talos orbiculares; en la Isla Kerguelen costras mamelonadas, y en la Antártida los talos con bordes yuxtapuestos, retorcidos son dominantes (Mendoza y Cabioch, 1985).

Otros géneros de Corallinaceae incrustante que componen los extensos revestimientos calcáreos en las costas de Tierra del Fuego son: *Mesophyllum* y *Tinatoderma.*

El género *Mesophyllum* fue establecido por Lemoine (1928) para separar de *Lithothamnion* un grupo de especies que poseen, esencialmente, un hipotalo coaxial.

Más tarde Cabioch (1972) señala que en estos taxa las células iniciales hipotálicas se dividen sincrónicamente. En estos últimos años Woelkerling e Irvine (1986) efectúan la neotipificación, la enmienda y establecen el estatus nomenclatural del género, en acuerdo con las normas del "ICBN".

Este taxón es considerado por Adey (1970, 1973) típico de aguas frías del hemisferio austral. Este autor señala que un 35% de las especies corresponden a la región antártica y un 26% a las aguas subantárticas. En 1981 Johansen lo considera típico de aguas meridionales de ambos hemisferios, no sobrepasando los 35° en el hemisferio norte.

Sin embargo, entre las Corallinaceae de las costas de Tierra del Fuego se observa sólo la presencia de una única especie, *M. fueguianum.*

Los talos incrustantes laminares de *M. fueguianum* alcanzan su óptimo desarrollo en el subtidal superior y se prolongan, en forma escasa, en el subtidal inferior.

Al referirnos, en las páginas anteriores, a los taxa fueguinos de *Lithothamnion* señalamos que se observan variaciones en la estructura del hipotalo. Es decir, un mismo ejemplar posee porciones con hipotalo simple, otras plumoso y otras con falsa estructura coaxial.

Por lo expresado, en el párrafo anterior, de no estudiarse totalmente un ejemplar a un número elevado de plantas, la presencia de este falso hipotalo coaxial puede conducir a una errónea identificación. A nuestro juicio, esta falsa estructura coaxial es la responsable de que a *Mesophyllum* se le considere típico de la región Antártida y Subantártida.

El género *Tinatoderma* fue establecido por *Nägeli* (1858). Este nombre no fue utilizado por los especialistas en Corallinaceae, dado que existía otro género con los mismos caracteres -*Dermatolithon* (Foslie, 1904)—. En 1985 Woelkerling y col. señalan el estatus nomenclatural del género *Tinatoderma* al comprobar que *Dermatolithon* (Foslie) es sinónimo de este taxon.

Tinatoderma se identifica por poseer un hipotalo uniestratificado, con células grandes de paredes oblicuas, peritalo desarrollado con sinapsis laterales secundarias y epitalo uniestratificado. Conceptáculos asexuales uniporados.

Este género presenta una amplia distribución geográfica. Su óptimo desarrollo se detecta en aguas frías y meridionales de las costas europeas, principalmente, en las Islas Británicas. El se observa, también, en la costa atlántica norte (América del Norte) y atlántica sur (Argentina); en el Pacífico Sur (Chile y en Japón) (Adey, 1973; Littler, 1972; Johansen, 1981).

Tinatoderma está representado, en esta región, por un único taxon *T. conspectum* típico de las costas de Tierra del Fuego. La casi totalidad de las especies del género son epifíticas a excepción del taxon fueguino epilítico.

T. conspectum es una de las primeras algas calcáreas que coloniza el sustrato del intertidal inferior y del subtidal. Por lo expresado ella se observa, casi siempre, debajo de las restantes Corallinaceae incrustantes.

En las costas de Tierra del Fuego se observa un escaso desarrollo de las Corallinaceae articuladas. Esta particularidad acentúa las diferencias que se detectan entre la flora marítima fueguina y patagónica. En esa región *Corallina officinalis* (alga calcárea articulada) recubre, casi totalmente, el intertidal inferior y el subtidal superior (Mendoza, 1974, 1976).

En la región fueguina se detecta la presencia de los géneros *Corallina* y *Bossiella*. El primero con dos especies (*C. officinalis*; y *C. elongata*); el segundo con una única subespecie (*B. orbigniana spp. orbigniana*).

El género *Corallina* fue establecido por Tournefort (1719); y enmendado por Lamouroux (1812). Más tarde Manza (1940) en la monografía de este taxon lo subdivide en tres subgéneros. Las especies argentinas pertenecen al subgen. *Eucorallina* (*C. officinalis*) y el subgen. *Corniculatus* (*C. elongata*).

Este género se identifica por poseer un talo incrustante de donde nacen los talos erectos articulados, pinnado. Artículos axiales, terminales, con o sin cornículos (Manza, 1940).

Taxón cosmopolita, su óptimo desarrollo se lo observa en aguas meridionales de ambos hemisferios (Johansen, 1981; Littler, 1972).

En las costas fueguinas *C. officinalis* y *C. elongata* se la detecta con un escaso desarrollo en

el intertidal inferior y subtidal superior. La segunda especie citada posee un mayor desarrollo en Bahía Thetis e Islas Bridges.

En *C. elongata* se observan variaciones morfológicas en función de la distribución geográfica. Esta especie presenta, en Tierra del Fuego (Bahía Thetis), ramas laterales en forma de abanico. Ella posee, en algunas localidades de la Patagonia sur, ramas laterales en forma de alas, mientras que otras localidades de la Patagonia norte y costa bonaerense, *C. elongata* posee las típicas ramas cilíndricas achatadas (Mendoza, 1974, 1976).

El género *Bossiella* fue establecido por Manza (1937, Bossea). Su estatus nomenclatural genérico data de 1957; *Bossiella* (Manza) Silva (1957). Más tarde Johansen (1971) reconoce dos subgéneros para este taxón. La única especie de las costas fueguinas (*Bossiella orbigniana* spp. *orbigniana*) típica de las costas patagónicas argentinas; pertenece al subgénero *Bossiella*.

Este género se identifica por poseer un talo incrustante basal de donde nacen los talos rectos articulados, con ramificación subdicotoma o pinnada. Artículos lobados o forma de escudo. Artejos uniestratificados. Conceptáculos incluidos en la corteza de los artículos.

Bossiella es un taxon desarrollado, fundamentalmente, en aguas frías y meridionales de ambos hemisferios. Se lo observa: en el océano Pacífico Norte (desde Alaska hasta California); Pacífico Sur (Chile) y Atlántico Sur (Argentina) (Silva, 1957; Johansen, 1971).

En las costas de Tierra del Fuego se lo detecta con escaso, raro desarrollo en el subtidal inferior.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las Corallinaceae es uno de los grupos algales marinos con un óptimo desarrollo en las costas de la Isla Grande de Tierra del Fuego.

La marcada dominancia de los taxones calcáreos incrustantes dan una fisonomía particular a la flora marina bentónica de esta región.

Nos referimos a los grandes revestimientos calcáreos que se forman en el intertidal inferior y subtidal de *Pseudolithophyllum fueguianum; Clathromorphum obtectulum*; *Hydrolithon discoideum*; *H. falklandicum*; *H. consociatum*; *H. subantarcticum*; *L. neglectum*; y *Mesophyllum fueguianum*.

Además, en el subtidal inferior de algunas localidades del Canal Beagle se detectan bancos calcáreos de una única especie incrustante arbuscular, *L. heterocladum*.

En las Corallinaceae de la Isla Grande de Tierra del Fuego la dominancia de los taxa incrustantes contrasta con el escaso desarrollo de las especies articuladas (*Corallina officinalis*; *C. elongata*; y *Bossiella orbigniana spp. orbigniana*).

La casi totalidad de los taxa de este grupo algal son exclusivos de aguas frías del hemisferio austral y, algunos, típicos de esta región.

En relación a la distribuición vertical, las *Corallinaceae* presentan características remarcables en todas las localidades.

Las especies poseen, en la plataforma rocosa de la zona de balanceamiento de las mareas, una marcada y constante distribución vertical, formando verdaderas estratificaciones. Igual distribución vertical de los taxa se observan en las piletas de mareas.

La presencia de igual estratificación específica en las piletas, biotopos de inmersión constante y temperatura poco fluctuante revelan la importancia primordial de los factores fóticos en la distribución vertical de estos taxa.

H. falklandicum y *L. neglectum* alcanzan su óptimo desarrollo en el comienzo del intertidal y en el borde de las piletas de mareas. Mientras, *H. discoideum*; *H. subantarcticum*; *L. schmitzii* y *C. obtectulum* se detectan extensos crecimientos en la finalización del intertidal inferior y en la profundidad media de las piletas de mareas.

De *C. lemoineanum*; *L. granuliferum*; *M. fueguianum*; *H. consociatum*; y *P. fueguianum* se observa su máximo desarrollo en el subtidal superior y en el fondo de las piletas de mareas del intertidal inferior. *L. heterocladum* y *L. rugosum* son exclusivos o casi exclusivos del subtidal inferior.

Algunas especies de Corallinaceae poseen variaciones morfológicas. Estas en función de las condiciones hidrodinámicas en *P. fueguianum*; *L. neglectum* y *L. antarcticum*. Variaciones morfológicas en función de la distribución geográfica en *C. obtectulum*; H. falklandicum y *H. consociatum*.

En otros taxa se detectan preferencias batimétricas. *C. obtectulum* alcanza su óptimo desarrollo en el intertidal inferior y *C. lemoineaum* en el subtidal superior. Mientras que *H. falklandicum* se detecta un extenso crecimiento en el intertidal inferior y *H. consociatum* en el subtidal

superior. *L. granuliferum* presenta su máximo desarrollo en el subtidal superior y *L. heterocladum* y *L. rugosum* son exclusivos o casi exclusivos del subtidal inferior.

En un número elevado de especies de *Lithothamnion* fueguino se observa un marcado epifitismo. Epifitismo estricto en: *L. antarcticum* con *Ballia callitricha*; y *L. mülleri* con *Ahnfeltia plicata*. Epifismo de preferencias de sustrato biológico, *L. kerguelenum*; *L. schmitzii* con *Macrocystis pyrifera; Durvillaea antarctica* y *Lessonia fuscescens.*

También en esta región las algas calcáreas forman constantes asociaciones entre especies del mismo género o diferente. Asociaciones que por su frecuencia no son fortuitas; tampoco competitiva ya que no presentan transformaciones en el contacto de los talos. Estas asociaciones responden a afinidades morfogenéticas de las especies. Cuando las especies se desarrollan simultáneamente en la misma zona del cotidal, *H. discoideum* recubre siempre *H. subantarcticum*; *C. obtectulum* se lo observa sobre *C. lemoineanum*; y *L. schmitzii* encima de *Tinatoderma conspectum*.

En casi la totalidad de las especies fueguinas de *Lithothamnion* el hipotalo presenta, en un mismo ejemplar, porciones con estructura simple, otras plumosa, y otras con falso hipotalo coaxial.

También en estos taxa el epitalo está constituido, en una misma planta, por células características (en forma de bote) y por células ovoideas.

En todos los taxa estudiados de *Lithothamnion* (que incluye la especie tipo del género) el carposporofito consta de una gran célula de fusión, filamentos del gonimoblasto bien desarrollados y carposporangios terminales, marginales que forman carpósporas en cadena.

Casi todos los *Lithothamnion* analizados poseen (como la mayoría de las Corallinaceae) un ciclo reproductor trigenético, dimorfo, diplohaplofásico. Este ciclo en *L. rugosum* es monogenético, monomorfo, diplofásico. *L. rugosum* presenta sólo los conceptáculos con bísporas, las que liberadas forman nuevas plantas esporofíticas.

Por otra parte las especies de Corallinaceae por poseer, en esta región, un óptimo desarrollo y una marcada y constante distribución vertical permiten que se las considere:

— elementos esenciales en la constitución de los ecosistemas; y
— taxa fundamentales en la delimitación de las diferentes zonas ecológicas del cotidal fueguino.

BIBLIOGRAFIA

ADEY, W.H., 1970. A revision of the Foslie crustose coralline herbarium. K. norske Vidensk. Selsk. Skr., 1, 46 pp.

ADEY, W.H. and MACINTYRE, I.G., 1973. Crustose corallina algae: a reevaluation in the geological sciences. Bull. Soc. Geol. Am. 84: 883-904.

CABIOCH, J., 1969. Les fonds de maerl de la baie de Morlais et leur peuplement végétal. Cah. Biol. mar. 9(5): 139-165.

CABIOCH, J., 1972. Etude sur les Corallinacées. II. La morphogenèse; consequences systematiques et phylogénétiques. Cah. Biol. mar., 13: 137-287.

CARDINAL, A., CABIOCH, J. et GENDRON, L., 1979. Les Corallinacées (Rhodophyta, Cryptonemiales) des cotes du Québec. 2. Lithothamnium Philippi emend. Adey. Cah. Biol. mar., 20: 171-179.

FOSLIE, M., 1900. Calcareous algae from Fuegia. in Wissensch. Ergebn. Schwed. Exped. Magell., 1895-1897. Botanik, 3(4), pp. 65-75. Stockholm.

FOSLIE, M., 1905a. New Lithothamnia and systematical remarks. K. norske. Vidensk. Selsk. Skr., 5: 3-9.

FOSLIE, M., 1905b. Den botaniske Samling. K. norske. Vidensk. Selsk. Skr., 1904: 15-19.

FOSLIE, M., 1906. Algologiske notiser II. K. norske. Vidensk. Selsk. Skr., 1906 (2): 1-28.

FOSLIE, M., 1907a. Antarctic and subantarctic Corallinaceae. Wiss. Ergebn. Schwed. Südpolar-Exped., 1901-1903, 4(5): 1-16. Stockholm.

FOSLIE, M., 1907b. Algologiske notiser III. K.norske.Vidensk.Selsk.Skr., 1906 (8): 1-34.

FOSLIE, M., 1907c. Algologiske notiser IV. K.norske.Vidensk.Selsk.Skr., 1907(6): 1-30.

FOSLIE, M. 1908. Die Lithothamnien der Deutschen Sudpolare-expedition. Dt. Sudpolar-Exped., 1901-1903, (8): 205-219.

FOSLIE, M., 1909. Algologiske Notiser VI K. norske. Vidensk. Selsk. Skr. 1909(2): 3-63

FOSLIE, M., 1929. Contributions to a monograph of the Lithothamnia. H. Printz, ed. Trondheim, 60 p.

HEYNDRICH, F., 1900. Les Lithothamniées de l'expédition antarctique. In E. de Wildeman: Expédition antarctique belge. Note preliminaire sur les Algues rapportées par M.E. Racovitza, naturaliste de l'expedition. Bull. Class. Sci. Acad. roy. Belgique: 560-566

HEYDRICH, F., 1901. Die Lithothamnien des Museum d'Historie Naturelle in Paris. Bot. Jb., 28: 529-545.

IGLESIAS, M. y MENDOZA, M.L. 1981. Estudios sobre los componentes minerales de aplicación agrícola de *Corallina officinalis L.* y *Bossiella orbigniana* (Dcne.) Silva spp. *orbigniana*, con especial referencia a la variación estacional del contenido de carbonato calcio. CIBIMA Contr. Téc., 34: 1-11.

JOHANSEN, H.W., 1971. *Bossiella*, a genus of articulated corallines (Rhodophyceae, Cryptonemiales) in the eastern Pacific. Phycologia. 10(4): 381-396.

JOHANSEN, H.W., 1981. Coralline algae, a first synthesis. CRC Press, 239 p.

LAMOROUX, J.V.F., 1812. Classification des Polypiers coralligenes. Bull. Phil. 3, pp 181-188.

LEBEDNIK, P.A. 1974. The general *Clathromorphum* and *Mesophyllum* (Corallinaceae) from the Northeast north Pacific ocean. (Tesis) Univ. Washington, 284 p.

LEMOINE, P. Mme. 1912. Algues calcaires (Mélobésiees) recueillies par l'expedition Charchot, J., 1908-1910. C.R.Acad.Sci. Paris 154: 1432-1434.

LEMOINE, Mme. P., 1913. Mélobésiées. Révision des Mélobésiées antarctiques in J. Charcot. 2e exped. antarct. franc, 1908-1910, 67 p.

LEMOINE, Mme P. 1928. Un noveau genre de Mélobésiées: *Mesophyllum*, Bull. Soc. Bot. Fr., 75: 248-251.

LITTLER, M.M., 1972. The crustose Corallinaceae. Oceanogr. Mar. Bio. Ann. Rev. 10: 311-347.

MANZA, A.V., 1940. A revision of the genera of articuled corallines. Philips, J. Sci. 71: 239-316.

MENDOZA, M.L., 1974. Distribution de quelques especes de Corallinacées articulées sur les cotes d'Argentine. Bull.Soc.Phycol. Fr., 19: 67-73.

MENDOZA, M.L. 1976a. *Antarcticophyllum*, nuevo género para las Corallinaceae. Bol. Soc. Argent. Bot., 17(3-4): 252-261.

MENDOZA, M.L., 1976b. Presencia del género *Pseudolithopyllum* (Corallinaceae) en Argentina. Cent. Invest. Biol. Mar., Buenos Aires, Cont. Cient. 140, 9 p.

MENDOZA, M.L., 1976c. Estudio de las variaciones morfológicas externas, internas y citológicas de las Corallinaceae (Rhodophyta) de la Argentina. Physis, secc. A, 35 (90): 16-25.

MENDOZA, M.L., 1979. Presencia del género *Hydrolithon* (Corallinaceae) en Argentina. Bol. Soc. argent. Bot., 18 (3-4): 5-17.

MENDOZA, M.L. et CABIOCH, J., 1984. Redéfinition comparée de deux especes de Corallinacées d'Argentine: *Pseudolithophyllum fueguianum* (Hedrich) nov. comb. et *Hydrolithon discoideum* (Foslie) nov. comb. Cryptogamie, Algologie 5 (4): 141-154.

MENDOZA, M.L. et CABIOCH, J., 1985. Critique et comparaison morphogénétique des genres *Clathromorphum* et *Antarcticophyllum* (Rhodophyta, Corallinaceae). Consequences biogeographiques et systematiques. Cah. Biol. mar., 26: 251-266.

MENDOZA, M.L. et CABIOCH, J., 1986. Le genre *Hydrolithon* (Rodhophyta, Corallinaceae) sur les cotes argentines subantarctiques et les regions voisines. Cah. Biol. mar. 27: 163-191.

MENDOZA, M.L. et CABIOCH, J., 1986. Les affinites biologiques et biogeographiques des corallinacées (Rhodophyta); subantarctiques des cotes argentines et regions voisines. Botánica marina 29: 475-479.

NAGELI, C., 1858. Die Stärkeköner. Vol. 2 of Nägeli C. & Cramer; Pflanzenphysiologische Untersuchungen. Friederich Schulthess, Zurich.

PHILIPPI, R., 1837. Beweis dass die Nulliporen planfen sind Naturgesch. 3 (1): 387-393.

SILVA, P.C., 1957. Notes of Pacific algae. Madroño, 14: 41-51.

TOURNEFORT, J.F., 1719. Corallarium institutionem rei herbarise. Hist. Plant. 1, pp. 570-571.

WOELKERLING, W.M.J., 1983. A taxonomic reassessment of *Lithothamnium* (Corallinaceae, Rhodophyta) based on studies of R.A. Philippi's original collections. Br. Phycol. J., 18: 165-197.

WOELKERLING, W.M.J. e IRVINE, L.M., 1986. The neotypification and status of *Mesophyllum* (Corallinaceae, Rodhophyta). Phycologia, 25(3): 379-396.

WOELKERLING, W.M.J., CHAMBERLEND y SILVA, P., 1985. A taxonomic and nomenclatural reassessment of *Tenera*, *Tinatoderma* and *Dermatolithon* (Corallinaceae, Rhodophyta) based on studies of type and other critical specimen. Phycologia, 24(3): 317-337.

Gayana, Bot. 45 (1-4):173-191, 1988 ISSN 0016-5301

ESTUDIO MORFOGENETICO, REPRODUCTIVO, SISTEMATICO Y BIOGEOGRAFICO DE ALGUNOS *LITHOTHAMNION* (CORALLINACEAE) DE LAS COSTAS DE ISLA GRANDE DE TIERRA DEL FUEGO

MORPHOGENETICAL, REPRODUCTIVE, BIOLOGICAL AND BIOGEOGRAPHICAL STUDIES OF SOME LITHOTAMNION *(CORALLINACEAE) FROM THE COAST OF TIERRA DEL FUEGO*

María Laura Mendoza*

RESUMEN

El género *Lithothamnion* posee un óptimo desarrollo en las costas de Tierra del Fuego. *Lithothamnion* está representado por especies, en su casi totalidad, exclusivas de aguas frías del hemisferio austral. Taxa, por lo general, incrustantes laminar y, sólo, tres excrecencias o ramas. Nos referimos a *L. heterocladum* arbuscular de vida libre; *L. rugosum* epilíptico o nodular de vida independiente; y *L. granuliferum* epilíptico con abundantes excrecencias.

En este trabajo se estudian estas tres especies, típicas de las costas fueguinas, con caracteres morfogenéticos, reproductivos, biológicos y ecológicos muy remarcables. Se presenta la organización anatómica; el origen y el modo de formación de los órganos asexuales y sexuales y del carposporofito, algunos datos ecológicos y la historia de la especie. Se señala que *L. heterocladum* y *L. granuliferum* poseen un ciclo reproductor trigenético, dimorfo, diplohaplofásico; en tanto *L. rugosum* es monogenético, monomorfo, diplofásico. Se menciona la presencia de tricocistos y megacistos efímeros en *L. grauliferum*. Se manifiesta las variaciones observadas en los hipotalos de las tres especies (hipotalo simple, plumoso, falsa estructura coaxial). Se señalan las modificaciones detectadas, en los tres taxones, en las células epiteliales (típicas del género y ovoideas). Se menciona que *L. heterocladum* arbuscular presenta los estados fértiles sólo en talos laminares, y que los conceptáculos son hermafroditas (algo no común en las Corallinaceae). Se señala que estas tres especies presentan preferencias batimétricas destacables. Se expresa la marcada relación que existe entre el tamaño de las ramas o las excrecencias y la profundidad en que se desarrollan las especies. Se señala que *L. heterocladum* forma verdaderos bancos calcáreos en el Canal Beagle.

ABSTRACT

The *Lithothamnion* Heydrich genera has an important development in the coasts of Tierra del Fuego, Argentina.

The *Lithothamnion* is mainly represented by species living in cold waters of the southern hemisphere.

Generally, these species are encrusting laminar algae and three most representative species are: i) branched plant forms (*L. heterocladum*); ii) branched and knobbed forms (*L. rugosum*) and iii) excrescent forms (*L. granuliferum*).

The type-specimens of the three species preserved in the Foslie collection (TRH) were studied and have been newly defined on the basis of their morphogenetical, cytological and reproductive characters.

The general features of the vertical distribution of the three species are given for the subtidal zone. The general pattern of their geographical distribution is also proposed.

KEYWORDS: *Lithothamnion*, Corallinaceae, morphogenesis, reproduction, biogeography, Fuegia.

*Centro Austral de Investigaciones Científicas, CADIC
C.C. 92 Ushuaia
Tierra del Fuego — Argentina

INTRODUCCION

El género *Lithothamnium* fue establecido por Philippi (1837). Se instituye este taxón con el objeto de reunir un conjunto de especies vegetales que poseen sus paredes fuertemente impregnadas en carbonato de calcio. De allí su nombre griego Litho= piedra, thamnion= arbustito.

Estas especies presentan, además, una organización anatómica particular y conceptáculos asexuales multiporados. Más tarde Areschoug (1852) corrige su ortografía *Lithothamnion*.

En estos últimos años Woelkerling (1983) reestudia, en la colección original de Philippi, los tipos de las primeras especies en que se basó la creación de este género. Este autor comprueba que estos taxones poseen organización anatómica y tipo de conceptáculos diferentes que los mencionados para la identificación original de *Lithothamnion* Philippi.

En razón del antiguo y amplio conocimiento de este género es aceptado, por el "Internacional Código de Nomenclatura Botánica" (ICBN), que se lo continúe denominando *Lithothamnion*.

Su estatus nomenclatural genérico es señalado por Woelkerling (1983) -*Lithothamnion*, Heydr., 1897 (nom. cons.)- especie tipo *L. mülleri* Lenor. ex Rosanoff, 1866.

Lithothamnion es un género de una amplia distribución geográfica, se desarrolla igualmente en aguas frías, templadas y se lo observa con menor crecimiento, en las tropicales (Johansen, 1981; Cardinal et al., 1979).

También él posee un óptimo desarrollo en casi todas las localidades de la costa de la Isla Grande de Tierra del Fuego. *Lithothamnion* está representado, casi exclusivamente, por especies típicas de aguas frías del hemisferio austral. Taxones incrustantes laminar, en su mayoría, y sólo tres con excrecencias o ramas.

Nos referimos a los talos incrustante de *L. heterocladum* de forma arbuscular y vida libre; *L. rugosum* orbicular con ramas, epilíptico o de forma nodular independiente; y *L. granuliferum* orbicular con excrecencias epilíptico o epizoico.

En este trabajo estudiamos estas tres únicas especies con ramas o excrecencias en esta región. Taxa típicos de las costas de Tierra del Fuego, con caracteres morfogenéticos, reproductivos, biológicos y ecológicos destacables.

Se efectuó además la redescripción de las tres especies. Estas están basadas en el estudio de los tipos. Ejemplares de la colección original de Foslie depositados en el herbario *TRH* (Trondheim). Además del análisis de nuevas plantas recolectadas, por la autora del trabajo, durante varios años en diferentes localidades de la costa de Tierra del Fuego.

MATERIAL Y METODO

Las recolecciones del material y las observaciones se efectuaron en cursos prospectivos desde 1976 a 1981. Después de una interrupción de cuatro años se retoman las recolecciones en 1985, y a partir de octubre de 1986 hasta el presente se efectúan todos los meses en los días de mareas mínimas.

Las principales localidades estudiadas son: Argentina, Tierra del Fuego, costa atlántica (Cabo Viamonte, Cabo y Bahía San Pablo; Cabo Irigoyen; Bahía Thetis; Cabo San Vicente y Caleta Tres Amigos).

Canal de Beagle: (Ushuaia; Bahía Golondrina; Ensenada; Bahía Latapaia; Puerto Brown, Islas Bridges e Islas Gables).

También se analizan fragmentos de los tipos de todas las especies identificadas en estas costas. Ejemplares depositados en los herbarios *TRH* (Trondheim) y *PC* (Paris).

Los ejemplares recolectados son fijados y conservados en formol neutro 4% en agua de mar. El estudio de la organización anatómica y de los órganos reproductores se efectuó por medio de cortes longitudinales radiales o axiales de las partes del talo estéril y fértil. Estos se realizaron previa descalcificación del material según las técnicas clásicas (Cabioch, 1972); y coloreados con hematoxilina y Fucsina ácida.

RESULTADOS

LITHOTHAMNION Heydr., 1897 (nom. cons.) Melobesiae. Ber. dt. bot. Ges. 15: pp. 412

Especie tipo:

L. mülleri Lenormand ex Rosanoff, rech. anat. sur les Melobésiées. Mem. Soc. Imp. Sc. Nat. Math. Cherbourg 12, pp. 101, 1866.

Localidad Tipo:

Australia, Victoria, Wester Por (Bay)

Distribución Geográfica:

Australia, Nueva Zelandia, Tierra del Fuego y Madagascar.

Talos incrustantes de morfología externa variable, costras orbiculares, laminares, de superficie plana o con excrecencias o ramas; o de forma arbuscular o nodular. Talos ligeramente o fuertemente adheridos al sustrato o de vida libre. Organización anatómica constituida por un hipotalo pluriestratificado de estructura simple. Peritalo de desarrollo variable según las especies, con células rectangulares u ovoideas. Células iniciales peritálicas formando un marcado tejido meristemático marginal intercalar. Epitalo uniestratificado, con células características en forma de "bote". Ramas constituidas por una zona medular y cortical con marcados estratos de crecimiento. Anastomosis laterales en forma de fusión en el peritalo, zona medular y cortical. Conceptáculos asexuales multiporados. Conceptáculos sexuales uniporados. Célula grande de fusión. Filamento del gonimoblasto desarrollado. Carposporofitos terminales, marginales.

Epilíptica, epizoica o epifita, con óptimo desarrollo en aguas frías, templadas, y con escaso crecimiento en aguas tropicales.

Antes de pasar a la redescripción de las especies estudiadas se presenta una clave para diferencia estos taxa.

Clave de las especies estudiadas

A) Talos incrustantes, orbiculares, gruesos, consistentes con abundantes ramas rectas, o de forma nodular o arbuscular de vida libre.
  b) talos de forma arbuscular de vida libre. Células medulares ovoideas (8-10) - 12 - 15 - 16 µm h x 4 - 5 - 6µm de ancho
  1. *L. heterocladum*
  b') talos orbiculares con abundantes ramas o de forma nodular libre. Células medulares ovoideas de 5 a 8 (9-10) µm de h x 5-6µm de ancho.
  2. *L. rugosum*

A') Talos incrustantes, orbiculares, delgados, frágiles con abundantes excrecencias. Células medulares rectangulares de ángulos redondeados u ovoideas de 5-6 a 9-11 µm h x 4-5 (-6) µm de ancho.
  3. *L. granuliferum*

1. *Lithothamnion heterocladum* Fosl., 1905 (Figs. 1 y 2)

Foslie. Bot. Sam. 1904, pp. 16-17, 1905. *f. crassa* y *f. gracilis*

Sinonimia nomenclatural:
Melobesia calcarea sensu Dickie, Suppl. note on alg. of "Challenger" Exp. 487. 1877.

Lithothamnion squarrulosum Heydr., Lith. Mus. Paris, pp. 541. 1901.

Leptotipo: *L. heterocladum f. gracilis.* Observatory Island. coll. Skottsberg, Swed S. Pole. Exp. (25 m, 6-1-1902, *TRH* s/nº.

Localidad Tipo: Argentina, Isla Observatorio.

Nota: El leptotipo de esta especie fue señalado por Adey y Lebednik (1967) al estudiar los ejemplares de la colección original de Foslie (herb. TRH).

Referencia bibliográfica

Adey (1970:20); Adey y Lebednik (1967:75); Dickie (1877: 487); Foslie (1905: 16-17; 1907:9 y 1929:42, 59, pl. 17 fig., 1a8); Hariot (1895:99); Heydrich (1901:541); Lemoine (1913:21-23); Levring (1960:38); Mendoza y Cabioch (1986: 476-477); Papenfuss (1974:30); Pujals (1973:31-32) y Skottsberg (1941:15).

Historia

Foslie (1905) establece *L. heterocladum* al estudiar un conjunto de ejemplares recolectados en la región fueguina. Este autor ubica bajo la *f. crassa* los talos que poseen ramas de 3-4 mm de ancho. Ejemplares recolectados en el Estrecho de Magallanes por la Expedición "Challenger" en 1876 e identificados por Dickie *Melobesia calcarea*. Más plantas recolectadas en el Canal Smyth, Puerto Bueno, Paessler en 1888.

Mientras que Foslie identifica bajo la *f. gracilis* los especímenes con ramas de 2 mm de ancho. Ejemplares recolectados en el Canal de Smyth, por Michaelsen, el 10-12-1893 y determinados por Heydrich *L. squarrulosum*. Además plantas recolectadas en la Isla Observatorio, por Skottsberg, el 6-1-1902, durante la Swe. S. Polar Exp.

Más tarde Foslie (1907) manifiesta las marcadas semejanzas que se observan entre *L. heterocladum* del hemisferio austral y *L. coralloides* del boreal. Este autor supone que las diferencias

entre estas dos especies recaen, fundamentalmente, en los órganos reproductores. Pero Foslie no observó los estados fértiles de *L. heterocladum*.

Lemoine (1913) describe por primera vez la organización anatómica de este taxón. También esta autora manifiesta no haber observado los talos fértiles de esta especie. Por otra parte Lemoine indica que *L. heterocladum* forma verdaderos bancos calcáreos en el Estrecho de Magallanes; y que estos ejemplares se desarrollan hasta quince o treinta metros de profundidad.

Se analizan los fragmentos de todos los ejemplares de la colección original de Foslie, Dickie, y Heydrich (TRH); y de Lemoine (PC). Se realiza el estudio comparativo con nuevos ejemplares recolectados en el Canal Beagle, por Mendoza, en 1985-1986-1987. Los estudios mencionados conducen a presentar la siguiente redescripción.

Morfología externa

Talos incrustantes de forma arbuscular y de vida libre. Ramas de 1 a 15 cm de alto x 1-2-3 mm de ancho, abundantemente ramificados en forma irregular. Ramas libres o formando, a veces, verdaderos macizos o nódulos basales pequeños totalmente recubiertos de ramas (Fig. 1). Talos fértiles laminares, de 50 a 200 µm de espesor, recubriendo totalmente las ramas estériles. En algunos ejemplares los talos laminares fértiles unen dos o tres ramas entre sí. Conceptáculos asexuales convexos, sexuales cónicos, dispersos por la superficie de los talos laminares. Plantas de color rojo vivo.

Organización anatómica

En un corte longitudinal axial las ramas están compuestas por una zona medular bien desarrollada y por una zona cortical de 70 a 100 mm de espesor (Figs. 2, 3 y 7). Zona medular con marcadas estratificaciones de crecimiento de 150 a 400 µm de espesor. Cada estratificación formada por células casi del mismo tamaño; pero en una misma rama estratificaciones de crecimiento con células de tamaño diferente. Células medulares generalmente ovoideas de 12 a 17 (-18 µm de alto x 4-5-6 µm de ancho; otras de 7-8-9 µm de alto x 4-5 µm de ancho; dispuestas en filamentos paralelos radiales compactos y formando marcados estratos horizontales (Figs. 2, 4 y 7). Corticación con células rectangulares de ángulos redondeados u ovoideas de 6 a 8 µm de alto x 4-5 µm de ancho, dispuestas igualmente que las medulares (Fig. 3). Abundantes fusiones entre las células medulares y corticales (Fig. 3, 4 y 6). Células iniciales peritálicas de diferente tamaño en la misma rama: unas, de 7-8 µm de alto x 4-5 µm de ancho; otras de 4-5 µm de h 4-5 µm de ancho; y formando un marcado meristema marginal intercalar (Fig. 5). Epitalo uniestratificado con las características células en forma de "bote" de 3 a 5 µm de alto x 4 a 6 µm de ancho (Figs. 3 y 5).

Talos fértiles laminares. En un corte longitudinal radial formado por hipotalo de 11-30 µm de espesor con células rectangulares de 15-23 µm de alto x 5-6 µm de ancho, de estructura simple. Peritalo con células ovoideas, de 7-8-9-10 µm de alto x 4-5 µm de ancho. Con abundantes fusiones. Células iniciales peritálicas de 5-6 µm de alto x 3-4 µm de ancho. Epitalo uniestratificado con células en forma de "bote" 2 µm de alto x 4-5 µm de ancho (Fig. 8).

Reproducción

Esta especie se caracteriza por presentar los conceptáculos asexuales y sexuales en talos laminares, que recubren totalmente las ramas estériles. Conceptáculos asexuales y sexuales dispuestos en nítidas hileras horizontales ubicados en la porción superior del peritalo. Zona fértil originada siempre a la altura de las células iniciales peritálicas.

Conceptáculos asexuales

La zona fértil se separa en primer término de las células epiteliales. Estas forman un tejido de protección. En la zona fértil un número elevado de células se dividen rápidamente formando filamentos rectos estériles. Mientras las restantes células fértiles, entremezcladas irregularmente con las anteriores, dan origen a las células madres tetrasporongiales (Fig. 14). Los filamentos vegetativos de los costados de las células fértiles se dividen rápidamente formando la pared de los conceptáculos. Luego los filamentos estériles, que envuelven a los tetrasporangios, dan origen a pequeñas células que van a constituir el techo de los conceptáculos. Los conceptáculos maduros son convexos, multiporados y de menor tamaño que

los sexuales, de 260-300 µm de diámetro interno y de 180-200 µm de alto. Con tetrasporangios distribuidos por toda la cavidad de los conceptáculos, de 130-140 µm de alto x 60 µm de ancho (Fig. 14).

Conceptáculos masculinos

Se originan del mismo modo que los asexuales. Las células centrales de la zona fértil se alargan formando un conjunto de filamentos erectos estériles, paráfisis. Mientras las células marginales de la zona fértil generan una o dos células madres espermatangiales. Estas originan espermatangios en cadenas simples o en forma dendroide (Figs. 10 y 15). Los filamentos vegetativos de los costados de las células fértiles se dividen rápidamente constituyendo la pared y el techo de los conceptáculos. Una vez formado los conceptáculos y los filamentos espermatangiales quedan ubicados por el piso, la pared y techo de las cavidades. Los conceptáculos maduros son marcadamente cónicos, uniporados, de 350-450-500 µm de diámetro interno y de 400 µm de altura externo. Con un largo ostiolo de salida recubierto por células largas.

Conceptáculos femeninos y carposporofíticos

La zona fértil o disco fértil se forma como en los casos anteriores. Todas las células del disco fértil dan origen a procapios iniciales (Fig. 11). Sólo los procapios del centro, por división transversal, forman una célula hipoginia y otra carpogonial con un largo tricogino. Mientras que los procapios marginales dan origen a las células auxiliares.

Una vez fecundado el carpogonia se fusiona con la célula hipoginia y ésta con la soporte, por medio de un tubo interno, por donde pasa en núcleo diploide. Las células soportes de las ramas carpogoniales se unen entre sí formando una gran célula de fusión. De la periferia de la célula de fusión se forman los filamentos del gonimoblasto. Estos crecen marginalmente y al ras del piso del conceptáculo, a la vez que se fusionan con la célula soporte de las auxiliares (Fig. 9).

Las últimas células del gonimoblasto generan carposporangios marginales, distales, terminales. Estos forman carposporas grandes en cadena (Figs. 9 y 13). Los filamentos vegetativos marginales del disco fértil se dividen rápidamente constituyendo la pared y el techo de los conceptáculos.

Conceptáculos maduros subcónicos, uniporados de 300-350 µm de diámetro interno y 180-220 µm de h externo. Con un largo ostiolo recubiertos de células largas.

Conceptáculos hermafroditas

En *L. heterocladum* se observan conceptáculos hermafroditas (Fig. 15). Es decir en el mismo disco fértil las células centrales dan origen a ramas carpogoniales mientras las marginales generan ramas espermatangiales.

Algunos datos ecológicos

Plantas de vida libre.

Distribución vertical

Sólo se desarrolla en el subtidal inferior, constituyendo verdaderos bancos calcáreos. Su desarrollo se lo observa a los dos, tres metros de profundidad hasta los treinta metros (Foslie, 1905; Lemoine, 1913).

Distribución geográfica

Los bancos de esta especie se encuentran ubicados en diferentes localidades del Canal Beagle (por el momento frente a las Islas Bridges e Islas Gables). Según Lemoine (1913) ellos se los observa también en distintas localidades del Estrecho de Magallanes. Esta especie ha sido recolectada también en Isla Observatorio.

Observaciones acerca del material estudiado

L. heterocladum posee una morfología externa extremadamente variable. Ramas libres formando, a veces, verdaderos macizos, o nódulos basales pequeños totalmente recubiertos de ramas. Modificaciones externas dadas en función de los distintos estados de crecimientos de las plantas, o de la profundidad donde se desarrollan los talos, o de los estados que se detectan durante su ciclo reproductor. Pero todas las variaciones morfológicas externas que se

observan en *L. heterocladum* presentan la misma organización anatómica.

Material examinado

Melobesia calcarea det. Dickie; *Lt. heterocladum f. crassa* det Foslie Strait Magellan, Isthmus Harbur, coll. "Challenger" exp., 1-1876, *TRH* s/n° y preparación de Foslie N° 474; Smyth Channel, Puerto Bueno, 1888 (V. Paessler ex herb. Bot. Mus. Hamburgo), *TRH* s/n°. *L. squarrulosum* Heydr. det Heydrich, *L. heterocladum f. gracilis* det. Foslie, Fueguia, Smyth Channel, Long Island, coll. Michaelsen (8m profundeur), 10-12-1893, (ex. herb. PC) TRH s/n° y preparación de Foslie N° 665. *L. heterocladum f. gracilis* det. Foslie Island Observatory, coll. Skottsberg Swed. S. Poler Exp. (25m), 6-1-1092, *TRH* s/n°. (Leptotipo señalado por Adey y Lebednik, 1967) y preparación de Foslie N° 937; Terre de Feu, Channel de Beagle, Puerto Bueno, coll, Skottsberg Swed. S. Pole Exp. st. 109, 15-3-1902, *TRH* s/n°. *L. squarrulusum* Heydr. det. Heydrich, *L. heterocladum* det. Foslie, Is. Observatorie, coll. Michaelsen 10-12-1893, PC s/n°.

El estudio de un número elevado de ejemplares recolectados en Tierra del Fuego, Canal Beagle, Islas Bridges e Islas Gables, por Mendoza, en febrero de 1985, y mensualmente a partir de octubre de 1986 hasta el presente.

2. *Lithothamnion rugosum* Fosl. 1900. (Figs. 16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32 y 33). Foslie. Calc. alg. Fueguia, pp. 66-67 1900.

Sinonimia nomenclatural:

Lithothamnion glaciale in Heydr. Lithoth. Mus. Paris, pp. 539. 1901.

Holotipo:

Lithothamnion rugosum Fosl., Terre de Feu, Ile Desolation, Port Angosto, coll. Dusén, 10-4-1896, TRH s/n°.

Localidad tipo:

Tierra del Fuego, Isla Desolación, Puerto Angosto.

Referencia bibliográfica:

Adey (1970:21); Adey y Lebednick (1986:81); DeToni (1905:1738); Foslie (1900:66-67; 1901a:4-5; 1901b 21 y 27; 8; 1929:45, 56, pl. 12 fig. 5-8); Heydrich (1901:539); Levering (1960:37); Mendoza y Cabioch (1986:476-477); Pepenfuss (197:30); Pujals (1974:26) y Skottsberg (1941:17).

Historia

Foslie (1900) establece una nueva especie *L. rugosum*, al estudiar ejemplares recolectados por Dusén, en 1986, en Tierra del Fuego, Isla Desolación, Puerto Angosto.

Un año más tarde, el mismo autor (1901) al analizar especímenes provenientes de otras localidades subdivide este taxón en tres formas. La *f. genuina* para el material de Tierra del Fuego. La *f. valida* para ejemplares provenientes de San Diego, California. La tercera forma, *f. crassiuscula* para plantas recolectadas en San Pedro, California.

Luego Foslie (1906) eleva la *f. valida* a la categoría de especie. Mientras que la *f. crassiuscula* pasa a ser una forma de *L. pacificum*. A partir de este momento como en 1900 sólo constituyen *L. rugosum* los ejemplares de la *f. genuina*, es decir, los recolectados en Tierra del Fuego.

Por otra parte Foslie (1901b, nota:27) afirma que el material identificado *L. glaciale* por Heydrich (1901: 539) Tierra del Fuego, coll. Willems y Rousson, 1892, *PC* pertenecen a *L. rugosum* Fosl.

Foslie (1907) reestudia *L. rugosum* colocando en la sinonimia de este taxón *L. graciale* según Heydrich (1901). En esta oportunidad este autor analiza ejemplares recolectados en la Isla Observatorio, por Skottsberg, en 1902; y Canal Smyth, Chacabuco.

Posteriormente Lemoine (1913) ubica esta especie en el género *Lithophyllum* — *L. rugosum* (Fosl.) Lem.- Pero los ejemplares identificados por esta autora corresponden a los estados adultos de *L. granuliferum* Fosl.

El estudio de fragmentos de todos los especímenes analizados por Foslie, Heydrich (TRH), más las observaciones realizadas en nuevos talos recolectados en la costa de Tierra del Fuego por Mendoza, durante varios años, conducen a presentar la siguiente redescripción.

Morfología externa

L. rugosum presenta marcadas variaciones morfológicas externas. En el subtidal superior ella se observa sólo bajo la forma de talos incrustantes orbiculares, gruesos, consistentes, de 3-4 hasta 12 cm de diámetro, y con abundantes ramas erectas. Ramas erectas simples, bifurcadas a veces, anatomosadas, de ápices redondeados, de 0,3 a 0,7 cm de alto x 0,3 a 0,6 cm de ancho (Fig. 16). Plantas fuertemente adheridas al sustrato epilíptico o epizoica. En el subtidal inferior *L. rugosum* es preferentemente incrustante de forma nodular, de 3 a 5 cm de diámetro, con sus típicas ramas erectas y de vida libre.

Conceptáculos asexuales convexos, grandes, de color blanco, recubriendo totalmente las ramas y superficie basal. El techo de los conceptáculos desaparece rápidamente quedando las cavidades internas expuestas. Plantas de color rojo-violáceo.

Organización anatómica

En un corte longitudinal axial se observa un hipotalo poco desarrollado. Este de 10-30 (-40) µm de espesor, con células rectangulares de 10 a 14 (-18) µm de largo x 4-5 µm de ancho. Hipotalo de estructura simple o plumosa, o formando un falso hipotalo coaxial (Fig. 23). Ramas con una zona medular y cortidal bien desarrollada. Zona medular con estrato de crecimiento de 40 a 100 µm de espesor, con células ovoideas de 4 a 11 µm de alto x 4-5 µm de ancho, dispuestas en nítidos filamentos radiales paralelos compactos y formando marcados estratos horizontales (Figs. 17-18-21 y 23) y (Fig. 31). Zona cortical con estrato de crecimiento de 30 a 50 µm de espesor. Células corticales ovoideas de 3 a 9 µm de alto x 3 a 6 µm de ancho, dispuestas igualmente que las medulares. Costras basales con peritalo bien desarrollado, con marcados estratos de crecimiento, con células ovoideas de 4 a 9 µm de alto x 4-5 µm de ancho, dispuestas en nítidos filamentos paralelos y formando marcados estratos horizontales (Figs. 20 y 25). Células iniciales peritálicas de tamaño diferente: unas grandes de 8-9 µm de alto x 5-6 µm de ancho (Fig. 19). Epitalo uniestratificado con células en forma de "bote" entremezcladas con células ovoideas (Fig. 19). Abundantes fusiones entre las células medulares, corticales y peritálicas (Figs. 17-18-19-20 y 21) y (Figs. 25 y 31).

Reproducción

L. rugosum se caracteriza por presentar, solo, conceptáculos asexuales con bisporas o monosporas (Figs. 26 y 28). Estos a veces se las observa en forma aislada, dispersas por las ramas; o agrupadas sin llegar a constituir verdaderos soros (Figs. 27, 30 y 32). Conceptáculos asexuales convexos, de 350-450 µm de diámetro interno, multiporados (Figs. 24-29 y 33). Conceptáculos ubicados unos al lado del otro recubriendo totalmente las ramas o superficie basal y dispuestos en nítidas hileras marginales. Después del crecimiento los conceptáculos quedan incluidos en la zona cortidal de las ramas o en el peritalo. La zona fértil se origina a la altura de las células iniciales peritálicas. Bisporangios de 70 a 100 µm de alto x 40-50 µm de ancho (Figs. 26 y 28).

Algunos datos ecológicos

Sustratos

Plantas fuertemente adheridas al sustrato epilíptico recubriendo, a veces, totalmente los rodados. Ella se la detecta también epizoica; o de vida libre.

Distribución vertical

Si bien se la observa con un óptimo crecimiento en el subtidal superior ella alcanza su máximo desarrollo en el subtidal inferior.

Distribución geográfica

L. rugosum está representada en algunas localidades de las costas de Tierra del Fuego. Ellas se la detecta en el Canal Beagle (Ushuaia, Bahía Golondrina, Puerto Brown) y en algunas localidades de la costa atlántica (Bahía Thetis, Cabo San Pablo). Sus talos se lo observan también en la costa patagónica argentina (Pujals, 1963).

Observaciones acerca del material estudiado

L. rugosum presenta una marcada variación morfológica externa. Modificaciones dadas en función de la batimetría. Este taxón en el subtidal superior se los observa con talos orbiculares incrustante con abundantes ramas, epilíptico o

epizoico. Mientras que el subtidal inferior los talos son, preferentemente, incrustantes en forma nodular, y de vida libre. Pero los talos de *L. rugosum* poseen siempre la misma organización anatómica.

Material examinado

Lithothamnion rugosum Fosl., Terre de Feu, ile Desolation, Port Angosto, coll. Dusén, 10-4-1896, *TRH* s/n° (holotipo) preparación de Foslie N° 371-372; ile Observatorie, coll. Skottsberg, 6-1-1902 Swe. S. Polar exp. St. 1901-1903, *TRH* s/n° varios ejemplares y preparaciones de Foslie N° 936, 1591; Smyth Channel, Chacabuco, coll. Paessler, 1888, ex herb. bot. Mus. Hamburgo, *TRH* s/n° Terre de Feu, 1893, ex herb. bot. Hamburgo, *TRH* s/n y preparación de Foslie N° 592, 593; *L. glaciale* det. Heydr., Terre de Feu, coll. Willens et Rousson, 1892, ex herb. PC, *TRH* s/n° y preparación de Foslie N° 656.

Además del estudio de numerosos ejemplares recolectados en diferentes localidades de Tierra del Fuego, por Mendoza, en 1976 a 1981, 1985 y mensualmente a partir de octubre de 1986 hasta el presente.

3. *Lithothamnion granuliferum* Fosl., 1905. (Figs. 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49 y 50)
Foslie, Bot. sam. 1904, pp. 16, 1905.

Sinonimia nomenclatural:

Lithophyllum rugosum (Fosl.). Lemoine, Melobesiees. Rev. Melob. Antarctique, pp. 32-34. 1913.

Lithophyllum granuliferum (Fosl.). Adey Rev. of Fosl. crustose coralline heb. pp. 30. 1970.

Leptotipo:

Lithothamnion granuliferum Fosl. Argentine. Observatory Island, coll. Skottsberg, Swed. S. Pole Exp. st. 1, 6-1-1902, *TRH* s/n°.

Loçalidad tipo:

Argentina, Isla Observatorio.

Referencia bibliográfica:

Adey (1970:30); Adey y Lebednick (1967:83); Foslie (1905:16; 1908:7; y 1929: 42-52, pl. IV Fig. 15-16); Gain (1912:76); Lemoine (1912:1433; 1913:6; 32-34); Levring (1944:7); Mendoza y Cabioch (1986:477); Papenfuss (1964:311); Pujals (1963:29); Skottsberg (1941:79; 1953:554).

Historia

Foslie (1905) describe una nueva especie *L. granuliferum* Fosl., al estudiar ejemplares recolectados en la Isla Observatorio, por Skottsberg en 1902, durante la Swed. S. Polar Exp. Este autor sólo menciona la morfología externa del nuevo taxón.

Más tarde Foslie (1908) describe algunos caracteres de la organización anatómica. El manifiesta además las semejanzas que se observan entre *L. granuliferum* y *L. fumigatum* del sur de Australia.

Lemoine (1913) da una detallada descripción de los estados juveniles de *L. granuliferum*. Mientras que en el mismo trabajo los estados adultos, de este taxón, son identificados como *Lithophyllum rugosum* (Fosl.) Lem.

Adey (1970) al estudiar el ejemplar tipo en la colección original de Foslie, ubica esta especie en el género *Lepthophyllum*. Pero ya Adey en 1970 manifiesta que *L. granuliferum* (Fosl.) Adey comb. nov.- es incierta en razón de no haber estudiado los órganos reproductores. Estos conocimientos, fundamentales e indispensables para identificar y separar *Lepthophyllum* (Adey, 1966) de *Lithothamnion*.

Se estudian fragmentos de especímenes de la colección original de Foslie (TRH) y Lemoine (PC). Se observa además un número elevado de plantas recolectadas en las costas de Tierra del Fuego por Mendoza, durante varios años. Los estudios realizados nos conducen a efectuar la siguiente redescripción.

Morfología externa

Talos incrustantes orbiculares, delgados, frágiles de bordes ondulados, de 2-3-4 cm de diámetro. Superficie recubierta, totalmente por excrecencias o pequeñas ramas erectas, en forma de espinas. Excrecencias simples o ramificadas irregularmente, a veces anastomosadas de 0.02 a 0.2 cm de alto y 0.05 a 0.1 cm de ancho (Fig. 34). Talos confluentes superpuestos, ligeramente adheridos al sustrato. Conceptáculos asexuales convexos; sexuales cónicos, dispersos o

agrupados formando hileras horizontales en las excrecencias o superficie basal. Plantas de color rojo, violáceo.

Organización anatómica

En cortes longitudinal radial talos de espesor variable; costras basales de 50 a 350 µm de espesor, con excrecencias hasta 1000 µm de alto. Hipotalo de 15 a 30 hasta 100-150 µm de espesor, con células rectangulares de (12)-15 a 24 (-30) µm de largo x 5-6-7 µm de ancho. Hipotalo de estructura diferente en el mismo ejemplar, algunas porciones con estructura simple, otras plumosa y otras con falso hipotalo coaxial (Figs. 39 y 42). Peritalo con estrato de crecimiento, con células de forma y tamaño variable: unas rectangulares de ángulos redondeados de 6 a 11 µm de alto x 4-6 µm de ancho (Fig. 40), a veces, en la porción basal del peritalo hasta 17-19 µm de alto; las otras células ovoideas de 5-6 µm de alto x 4-5 µm de ancho. Células peritálicas dispuestas en filamentos paralelos radiales compactos formando marcados estratos horizontales (Fig. 41). Células iniciales peritálicas de tamaño diferente, unas de 10-12 µm de alto x 5 µm de ancho; otras de 5-7 µm de alto x 4-5 µm de ancho constituyendo meristema intercalar marginal (Figs. 37 y 38). Epitalo uniestratificado con células en forma de "bote" y ovales de 2-2.5 µm de alto x 5-6 µm de ancho (Figs. 37 y 38). Abundantes fusiones entre las células peritálicas (Fig. 40). Plantas masculinas con tricocistos bicelulares. Estos ubicados a la altura del epitalo y originados de las células iniciales peritálicas. Plantas adultas con heterocistos efímeros.

Reproducción

Plantas monoicas. Organos reproductores asexuales y sexuales originados a la altura de las células iniciales peritálicas. Organos reproductores reunidos en conceptáculos dispuestos en nítidas hileras horizontales superpuestas en las costras basales, o reagrupados en las excrecencias (Fig. 36).

Conceptáculos asexuales

Formado del mismo modo que en las dos especies anteriores. Conceptáculos convexos, multiporados. De mayor tamaño que los masculinos por ser de menor diámetro que los carposporofitos, de 220-230 µm de diámetro interno y de 190-200 µm de alto. Tetrasporas de 100 µm de alto x 90-100 µm de ancho. Con abundantes filamentos estériles envolviendo los tetrasporangios y la cavidad de los conceptáculos (Figs. 46 y 49).

Conceptáculos masculinos

Originados del mismo modo que *L. herocladum*. Cada célula fértil forma dos o tres células madres espermatangiales, que generan espermatangios en cadenas simples o forma dendroide (Figs. 45 y 48). Estos, ubicados por el piso, pared o techo de los conceptáculos. Conceptáculos cónicos, uniporados, de 130-150 µm de diámetro interno y de 130-150 µm de alto. Estos con un largo ostiolo de salida y recubiertos por células largas características.

Conceptáculos femeninos y carposporofito

También se origina igual que en *L. heterocladum*. Cada célula del disco fértil forma un procarpio inicial. Sólo los procarpios centrales dan origen a una célula hipoginia y a una célula carpogonial con un largo tricogino (Fig. 43). Mientras que los procarpios iniciales marginales forman las células auxiliares. Después de la fecundación se fusionan la célula carpogonial, la hipoginia y la célula soporte. A la vez que las células soportes de las ramas carpogoniales se unen entre sí formando una gran célula de fusión, con abundantes pedicelos. De la periferia de esta célula de fusión se forman los filamentos del gonimoblasto. Estos crecen en forma radial, marginal y al ras del piso del conceptáculo, a la vez que se fusionan con la célula soporte de las auxiliares (Fig. 50). Las últimas células de los filamentos del gonimoblasto dan origen a carposporangios marginales, distales, periféricos (Figs. 44 y 50). Estos generan carposporas grandes en cadena. Las células vegetativas marginales basales del disco fértil forman filamentos estériles que envuelven al nuevo carposporofito. Mientras los filamentos vegetativos de los costados fértiles se dividen rápidamente para formar la pared y el techo de los conceptáculos. Conceptáculos cónicos, uniporados, de 250-270 µm de diámetro interno y 120-140 µm de alto.

Algunos datos ecológicos

Sustrato

Ligeramente adherido a las valvas de mitílidos, cholgas o lapas, a veces recubriéndolas totalmente. Ella se la observa también adherida al sustrato epilíptico o recubriendo los rodados.

Distribución vertical

Los talos de *L. granuliferum* se los detecta en porción inferior del intertidal, pero alcanza su máximo desarrollo en la porción superior del subtidal. También ella ha sido recolectada a varios metros de profundidad (25 m).

Distribución geográfica

Especie con un máximo desarrollo en todas las localidades de costa de la Isla Grande de Tierra del Fuego. Costa Atlántica (Cabo Viamonte; Bahía San Pablo; Cabo Irigoyen; Cabo San Vicente; Bahía Thetis; Caleta Tres Amigos) y Canal Beagle (Ushuaia, Bahía Golondrina; Ensenada; Escarpado; Puerto Brown; Islas Bridges e Isla Gable). Este taxón se lo observa también en la Isla de los Estados, Antártida Argentina (Pujals, 1963) y en las Islas Malvinas (Port Stanley; Point Hooker, Point Yoorke; Fish Rock; Eliza Cook y Cristina Bay). En este trabajo se menciona por primera vez presencia de esta especie en las Islas Malvinas.

Observaciones acerca del material estudiado

Los estudios efectuados han demostrado que en *L. granuliferum* los órganos reproductores asexuales y sexuales se originan siempre en la altura de las células iniciales peritálicas. Esta particularidad, más los restantes caracteres que ella presenta, ponen en evidencia que este taxón pertenece al género *Lithothamnion*.

Material examinado

Lithothamnion granuliferum Fosl. Argentine, Observatory Island, coll. Skottsberg, Swed. S. Pole exp. st. 1 (25 m), 6-1-1902, TRH s/nº det. Fosl. (Holotipo) y otros ejemplares; preparación de Foslie Nº 934; Antarctique, Terre de Graham; ile Petermann, coll. Gain, 2º exp. antarct. franc. 1909-1910 st. 593, PC s/nº det. Lemoine; *Lithophyllum rugosum* (Fols.) Lem., Terre de Feu, coll Hariot, 1883, PC s/nº det. Lemoine.

Ejemplares recolectados por Mendoza en diferentes localidades de las costas de Tierra del Fuego e Islas Malvinas, desde 1976 a 1981, 1985 y mensualmente a partir de octubre hasta el presente.

DISCUSION Y CONCLUSION

L. heterocladum; L. granuliferum y *L. rugosum* son tres especies exclusivas de aguas frías del hemisferio austral; típicas de la región fueguina.

En estas costas *L. heterocladum* es la única especie de Corallinaceae incrustante de forma arbuscular (Fig. 1). Ella sólo está representada en el subtidal inferior donde constituye verdaderos bancos calcáreos. Estos, ubicados en diferentes localidades del Canal Beagle (por el momento frente a las Islas Bridges, e Isla Gable).

L. heterocladum por su óptimo desarrollo ocupa un lugar de relevante importancia en la biomasa de algas calcáreas de Tierra del Fuego. Ya Lemoine (1913) menciona la presencia de estos bancos calcáreos en el Estrecho de Magallanes (región chilena de Tierra del Fuego). Además esta autora expresa que algunos ejemplares han sido recolectados a dieciséis y treinta metros de profundidad.

Mientras que *L. granuliferum* posee talos incrustantes, más o menos frágiles, orbiculares, confluentes, con abundantes excrecencias. Costras epilípticas o epizoicas (Fig. 34).

Estos talos que se observan, con un escaso crecimiento en el intertidal inferior, se prolongan con un máximo desarrollo en el subtidal superior. *L. granuliferum* conjuntamente con otras Corallinaceae inscrustantes constituye los importantes revestimientos calcáreos del subtidal superior fueguino. Ella es la única especie con abundantes excrecencias en esta región.

En esta región *L. rugosum* es la sola especie epilíptica con abundantes ramas erectas simples o bifurcadas o de forma nodular de vida independiente. Este taxón presenta marcadas variaciones morfológicas en función de la batimetría. En el subtidal superior los talos son de forma orbicular con sus típicas ramas erectas epizoica, o epilíptica, o recubriendo totalmente los rodados (Fig. 16).

Mientras que en el subtidal inferior los talos son, preferentemente, nodulares de vida independiente. *Lt. rugosum* presenta un menor desarrollo en relación con las otras dos especies estudiadas. Ella se la observa sólo en algunas localidades del Canal Beagle (Ushuaia, Bahía Golondrina y Puerto Brown); y en la costa atlántica (Bahía Tethis, Cabo San Pablo).

Acerca del ciclo reproductor *L. rugosum* posee una reducción en relación a casi la totalidad de las Corallinaceae (Johansen, 1981). En ella se detecta sólo la presencia de plantas esporofíticas.

Si bien sus ramas están cubiertas por abundantes conceptáculos, durante todos los meses de un año, ellos son siempre asexuales, y con bisporas. Las bisporas liberadas dan origen a una nueva planta esporofítica. Según la terminología adoptada por Feldmann, esta especie posee un ciclo monogenético, monomorfo, diplofásico.

En *L. rugosum* las bisporas están reunidas, generalmente, en conceptáculos (Figs. 24, 26, 28, 29 y 33). Pero en algunos ejemplares se detecta, además, bisporas o monosporas aisladas, agrupadas sin llegar a constituir verdaderos soros como en el género *Sporolithon* (Figs. 27, 30 y 32). La presencia de estas monosporas o bisporas aisladas o agrupadas responde sólo a casos escatológicos. Característica ya observada en otro *Lithothamnion* (Adey, 1966).

L. heterocladum y *L. granuliferum* poseen un ciclo reproductor trigenético, dimorfo, diplohaplofásico, como la casi totalidad de las Corallinaceae. Es decir, ellas presentan plantas tetrasporofíticas, femeninas y masculinas (Johansen, 1981).

En *L. heterocladum*, especie incrustante arbuscular, sus órganos reproductores (asexuales y sexuales) se forman, sólo, sobre talos laminares. Estos talos envuelven totalmente las ramas. Algo similar se observa en *L. coralloides* de las costas euorpeas. En esta especie los órganos reproductores se presentan sólo en los talos jóvenes incrustantes (Cabioch, 1970).

En las tres especies analizadas la zona fertil asexual y sexual (en *L. heterocladum* y *L. granuliferum*) se origina a la altura de las células iniciales peritálicas. En los primeros momentos las células iniciales se separan de las epiteliales. Estas forman un tejido de protección de la zona fértil en formación.

Los espermatangios, en *L. heterocladum* y en *L. granuliferum* están dispuestos en cadenas simples o en forma dendroide. Las ramas espermatangiales recubren totalmente la cavidad de los conceptáculos, es decir, ubicados en el piso, pared, y techo de los conceptáculos (Figs. 10 y 12 y Figs. 45 y 48).

Hasta 1896 se identificó, *Lithothamnion* con espermatangios dispuestos en forma dendroide y *Mesophyllum* en cadenas simples (Johansen, 1981). En estos últimos años Woelkerling (1986) comprueba que en los conceptáculos de *Mesophyllum* los espermatangios pueden estar dispuestos en forma dendroide y en cadenas simples.

En las dos especies de *Lithothamnion* estudiadas como en los restantes taxa fueguinos (que incluye la especie tipo del género) se observa que los espermatangios están dispuestos en cadenas simples y en forma dendroide en el mismo conceptáculo.

También en *L. heterocladum* y *L. granuliferum*, las ramas carpogoniales están reunido en la porción central del disco fértil. Las células marginale, de este disco fértil se transforman en auxiliares. Después de la fecundación se detecta la formación de una gran célula de fusión. De la región marginal de esta gran célula se originan los filamentos del gonimoblasto. Las últimas células de estos filamentos dan origen a los carposporangios marginales, terminales. Estos forman, más tarde, carposporas grandes en cadena (Figs. 9, 11 y 13, y Figs. 43, 44 y 50).

El tipo de formación del carposporofito observado en *L. heterocladum* y *L. granuliferum* presenta las mismas características que *L. mülleri* (especie tipo de *Lithothamnion*).

Además en *L. heterocladum* se detecta la presencia de conceptáculos hermafroditas. Es decir, ella posee, en el mismo disco fértil, ramas carpogoniales, centrales y ramas espermatangiales marginales (Fig. 48).

Este tipo de conceptáculos no es común observarlo en las Corallinaceae. Si bien los talos pueden ser dioicas, los conceptáculos son o femeninos o masculinos. Hasta el presente sólo se conocía la presencia de conceptáculos hermafroditas en *Synathrophyton patena* (Townsend, 1979) y *Phymatolithon lenormandii* (Adey, 1966).

En las plantas masculinas de *L. granuliferum* se detecta la presencia de tricocistos bicelulares. Estos, ubicados al nivel del epitalo y originados de las células inciales peritálicas. En los ejemplares adultos los tricocistos se transforman

en megacistos efímeros. Ya Walker (1984) señala la presencia de tricocistos y megacistos en plantas de *Lithothamnion* en cultivos.

En las especies analizadas se observan marcadas variaciones en relación a la estructura del hipotalo. Una misma planta posee porciones con un hipotalo simple, otras plumosa, y otras con falso hipotalo axial (Johnson, 1961) (Figs. 39 y 42). Modificaciones no detectadas, hasta el presente, en ninguna especie de este género.

A nuestro criterio, estas alteraciones hipotálicas no justifican que estos tres taxa sean excluidos del género. Más bien se trata de una característica de las especies de aguas frías del hemisferio austral. También en los restantes taxa de este género de las costas de Tierra del Fuego se observan las mismas variaciones hipotálicas.

Por otra parte, por las modificaciones mencionadas los *Lithothamnion* de esta región constituyen un grupo de especies que eslabonan los conocimientos taxa del hemisferio boreal con los del género *Mesophyllum*.

Además en las tres especies estudiadas se detectan modificaciones en relación a la forma de las células epiteliales. En un mismo ejemplar, el epitalo está constituido por las típicas células del género *Lithothamnion* (en forma de bote) y por células ovoideas (Figs. 5, 19, 37 y 38).

La forma de las células es uno de los caracteres principales para separar este género de *Phymatolithon* (con células epiteliales ovoideas) Adey, 1964; Johansen, 1981; Woelkerling e Irvine, 1986.

Estas variaciones observadas revelan que la forma de células no debe ser utilizada para identificar y separar *Lithothamnion* de *Phymatolithon*.

Por otra parte Cabioch y Girard (1976) señalan que en las Corallinaceae el epitalo está sujeto a variaciones en un mismo ejemplar. Ya que el epitalo posee un funcionamiento activo responsable de mantener la estructura calcificada de estas plantas.

En las especies analizadas se detectan marcadas preferencias batimétricas. Particularidad observada, también, en la mayoría de las Corallinaceae subantárticas (Mendoza y Cabioch, 1986).

En las localidades donde las tres especies se desarrollan simultáneamente siempre *L. granuliferum* alcanza su óptimo crecimiento en el subtidal superior. Mientras *L. rugosum* con talos orbiculares con ramas, con escaso desarrollo en el subtidal superior alcanza su máximo crecimiento en el subtidal inferior, bajo la forma de nódulos de vida independiente. Entretanto *L. heterocladum* es exclusivo del subtidal inferior.

También parece existir relación entre el tamaño de las ramas y excrecencias y la profundidad en que se desarrollan los especímenes. Así los ejemplares de *L. granuliferum* del subtidal superior poseen excrecencias de mayor tamaño que los del intertidal inferior.

Las plantas de *L. heterocladum* recolectadas a escasos metros de profundidad presentan ramas de 2 a 2.5 cm de alto. Mientras que las provenientes de veinticinco o treinta metros de profundidad sus ramas alcanzan hasta 5 cm de alto.

Lo mismo podemos afirmar de *L. rugosum* los ejemplares que crecen en el subtidal, las ramas tienen de 0.3 a 3 cm de alto. Los recolectados por dragado a veinte, treinta metros de profundidad las ramas alcanzan de 2 a 2.5 cm de alto.

Por otra parte, *L. heterocladum* posee una marcada semejanza morfológica externa con *L. coralloides* del hemisferio boreal (Foslie, 1907, Lemoine, 1913). Pero estos dos taxa presentan una organización anatómica diferente. También los bancos calcáreos que forma *L. heterocladum* en el Canal Beagle, se asemejan a los bancos o fondo de "maerl" que constituye *L. coralloides* en las costas europeas (Cabioch, 1970).

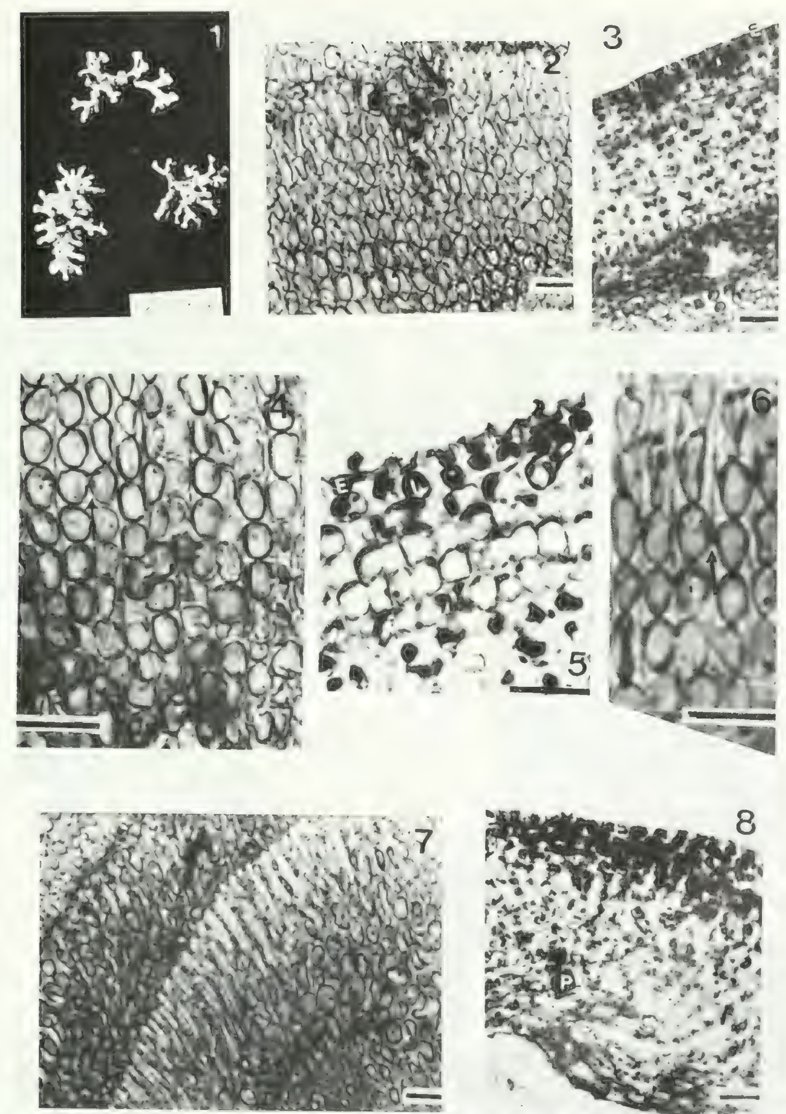


Fig. 1. *Lithothamnion heterocladum* Fosl., Argentina, Tierra del Fuego, Isla Bridge, Coll. Mendoza Nº 18761, 25.2.1987. Figs. 2 y 7. Zona medular de una rama mostrando los estratos de crecimiento medulares. Figs. 3 y 5. Zona cortical de una rama; I) células iniciales peritalicas; E) células epiteliales. Figs. 4 y 6. Detalle de las células medulares, fusiones. Fig. 8. Corte longitudinal radial de un talo fértil mostrando el hipotalo, peritalo y epitalo. Escala de micrones: 20 µm

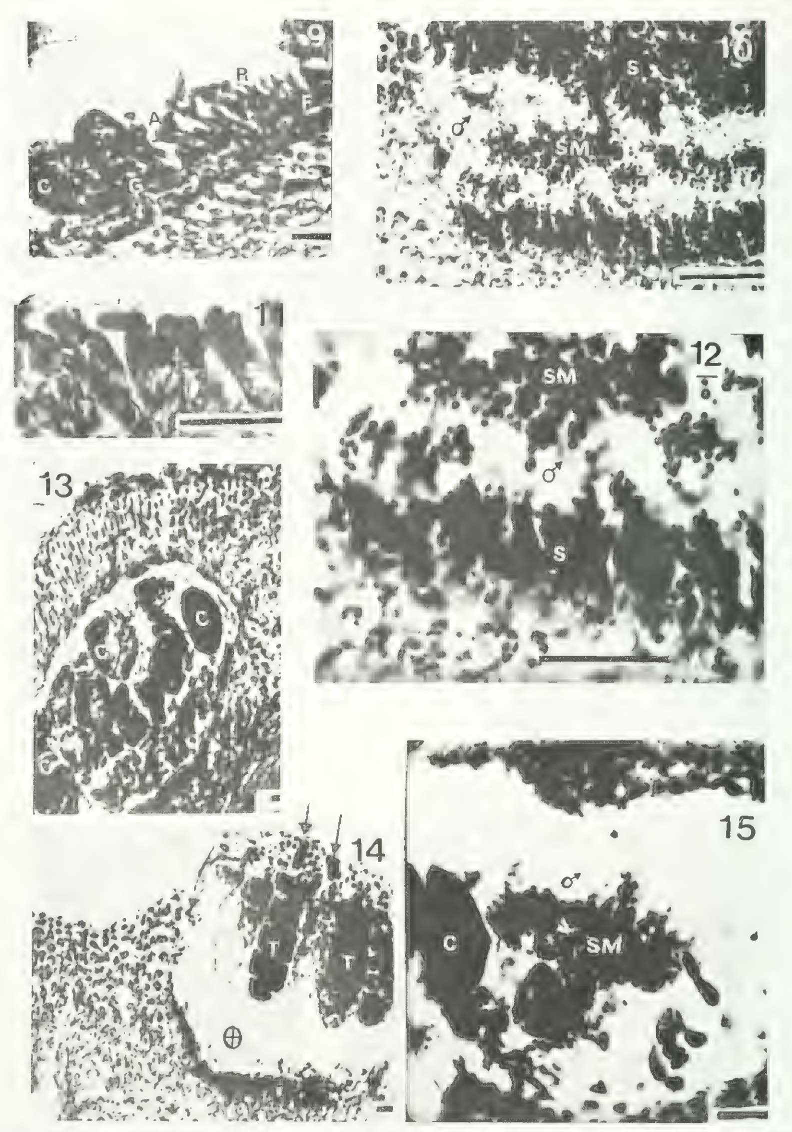


Fig. 9. *Lithothamnion heterocladum* Fosl. Carposporofito maduro; A) células auxiliares; F) célula de fusión; G) filamento del gonimoblasto; R) resto de las ramas carpogoniales. Figs. 10 y 13. Espermatangios maduros; S) disposición de los espermatangios en forma dendroide; SM) masa de espermacios. Fig. 11. Formación de carpogonios iniciales. Fig. 12. Conceptáculo carposporofítico maduro. Fig. 14. Conceptáculo tetraspórico maduro; T) tetrasporangios;→poro de salida. Fig. 15. Conceptáculos hermafroditas. Escala de micrones: 20 µm.

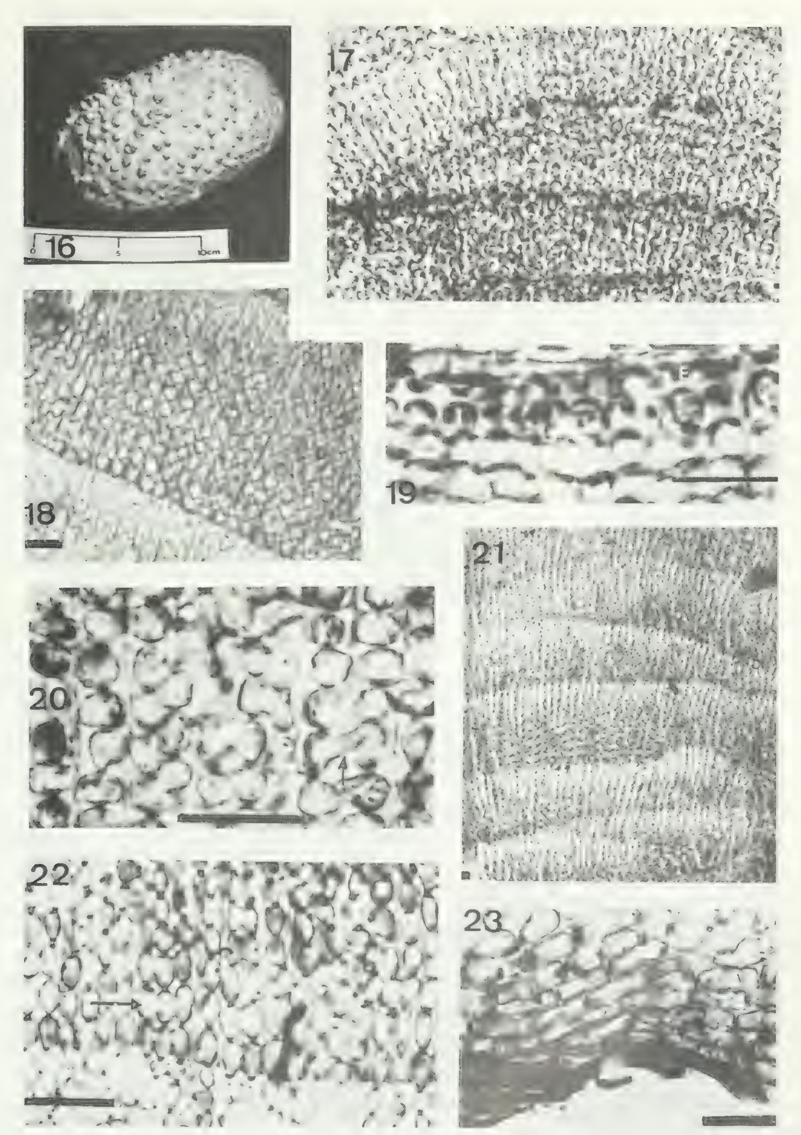
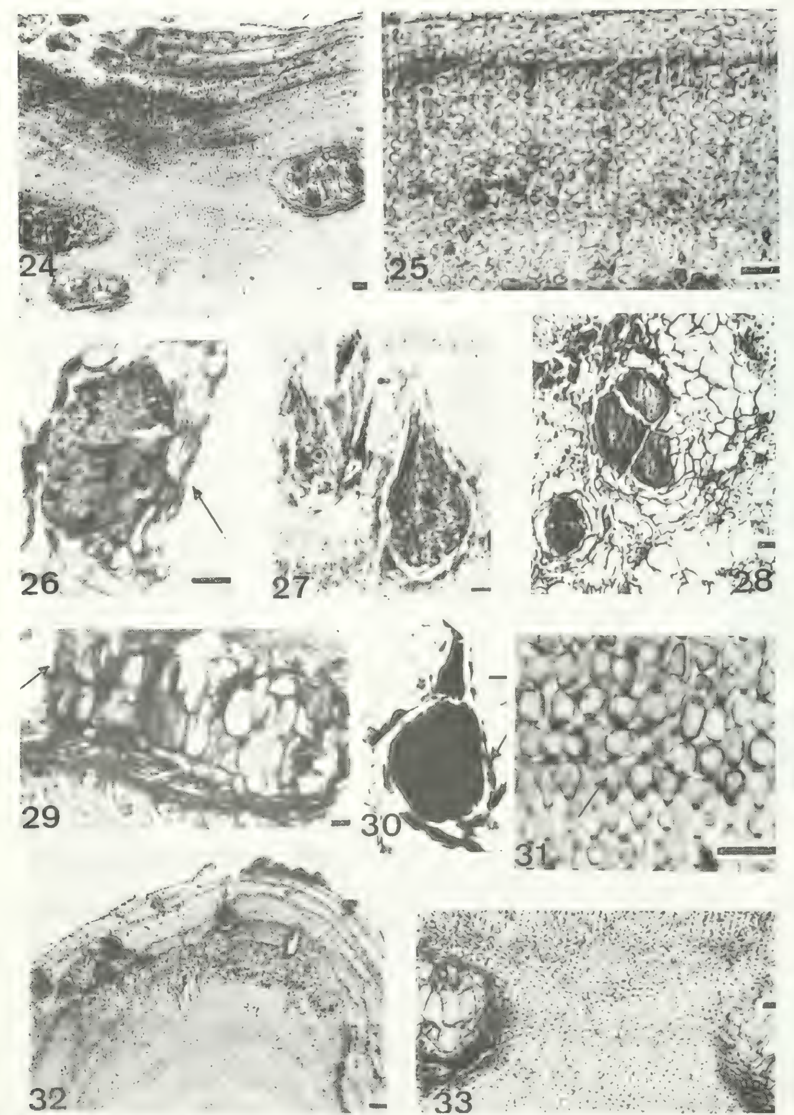


Fig. 16. *Lithothamnion rugosum* Fosl. Argentina, Tierra del Fuego, Ushuaia, Bahía Golondrina, Coll. Mendoza Nº 19692, 18-7-1987. Figs. 17, 18 y 21. Zona medular de una rama mostrando los estratos de crecimiento medulares, fusiones. Fig. 19. Porción externa de la zona cortical de una rama; I) células iniciales peritalicas; E) células epiteliales. Fig. 20. Detalle de las células corticales, fusiones. Fig. 22. Detalle de las células medulares, fusiones. Fig. 23. Falso hipotalo coaxial. Escala de micrones: 20 µm.



Figs. 24 y 33. *Lithothamnion rugosum* Fosl. Zona cortical con conceptáculos asexuales. Fig. 25. Zona cortical de una rama mostrando los estratos de crecimiento. Fig. 26. Formación de los bisporangios; → filamentos estériles. Figs. 27 y 30. Monosporangios aislados; → filamentos estériles. Fig. 28. Bisporangios maduros. Fig. 29. Conceptáculo asexual maduro mostrando los filamentos estériles. Fig. 31. Detalle de la zona medular mostrando las células basales de los estratos de crecimiento. Fig. 32. Porción apical de una rama mostrando la disposición de los monosporangios aislados. Escala de micrones: 20 µm.

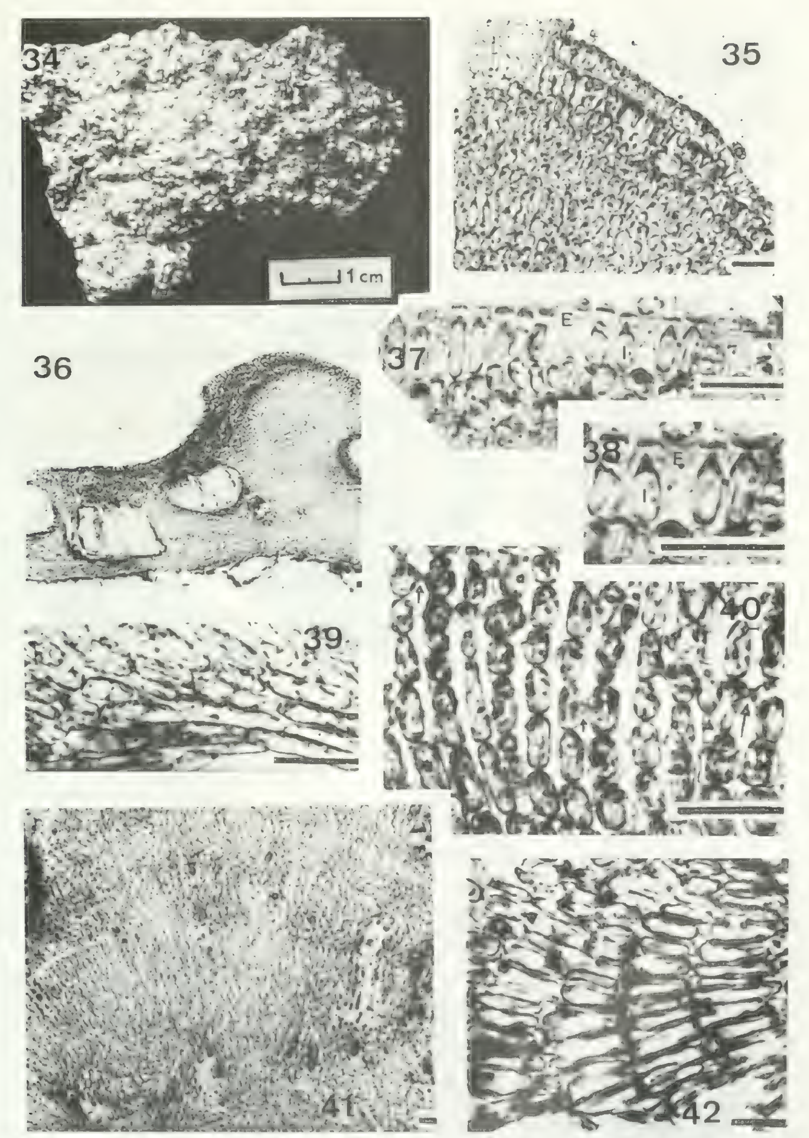


Fig. 34. *Lithothamnion granuliferum* Fosl., Argentina, Tierra del Fuego, Coll. Mendoza N° 18705, 25.2.1987. Fig. 35. Porción lateral de una excrecencia. Fig. 36. Corte longitudinal radial del talo basal y excrecencia mostrando la disposición de los conceptáculos asexuales. Fig. 37 y 38. I) células iniciales peritálicas; E) epitalo. Fig. 39. Hipotalo de estructura simple. Fig. 40. Células de una excrecencia mostrando las fusiones. Fig. 41. Porción basal de una excrecencia. Fig. 42. Falso hipotalo coaxial Escala de micrones: 20 µm

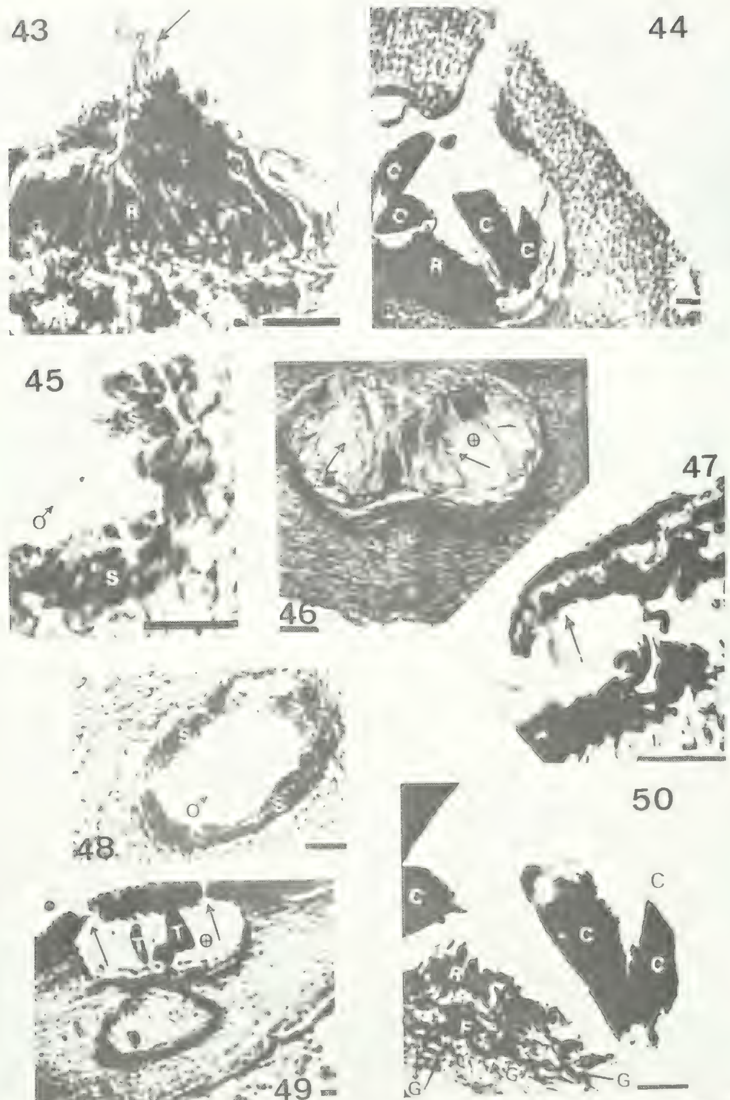


Fig. 43. *Lithothamnion granuliferum* Fosl. Conceptáculo carposporofítico, R) resto de las ramas carpogoniales, →tricoginos. Figs. 44, 47 y 50. Conceptáculo carposporofítico maduro, C) carposporangios, R) resto de las ramas carpogoniales,→células epiteliales formando el tejido de protección. Fig. 45. S) espermatangios dispuestos en forma dendroide. Fig. 46. Conceptaculo asexual maduro mostrando los filamentos estériles. Fig. 48. Conceptaculo masculino, S) espermatangios ubicados por toda la cavidad del conceptaculo. Fig. 49. Conceptaculo asexual maduro, T) tetrasporangios, poro de salida. Escala de micrones, 20 µm.

BIBLIOGRAFIA

ADEY, W.H., 1966. The genera *Lithothamnium, Lepthophyllum* (nov. gen.) and *Phymatolithon* in Gulf of Maine. Hydrobiologia 18 (3-4): 321-370.

ADEY, W.H. et LEBEDNIK, P.A., 1967. Catalog of the Foslie herbarium. K. norske Vidensk. elsk. Museet, Trondheim, Norge, p. 92.

ADEY, W.H., 1970. A revision of the Foslie crustose Coralline herbarium. K. norske. Vidensk. selsk. Skr.: 1-46.

ARESCHOUG, J.E., 1852. Corrallinae in Agardh, J.G. Species, genera et ordines algarum. 2(2): 506-576. Lundae.

CABIOCH, J., 1970. Le maërl des cotes de Bretagne et le probleme de sa survie. Pen ar Bed, 7(63): 421-429.

CABIOCH, J., 1971. Etude sur le Corallinacées. I. Caracteres generaux de la cytoligie. Cah. Bio. mar., 12: 121-186.

CABIOCH, J., 1972. Etude sur les Corallinacées. II. La morphogenese: consequences systematiques et phylogenétiques. Cah. Biol. mar., 13: 137-287.

CARDINAL, A., CABIOCH, J. et GENDRON, L., 1979. Les Corallinacées (Rhodophyta, Cryptonemiales) des cotes du Québec. 2. *Lithothamnium* Philippi emend. Adey. Cah. Bio. mar, 20: 171-179.

DE TONI, G.B., 1905. Sylloge algarum. 4(4): 1523-1973. Patavii.

DICKIE, G., 1877. Contributions to the botany of H.M.S. "Challenger" 37. Supplemental note on algae collectes H.N. Moseley M.A. of H.M.S. "Challenger" from various localities. Jour. Linn. Soc. Bot. 15: 486-489.

FOLIE, M., 1900. Calcareous algae from Fuegia. Wiss. Ergebn. Schwed. Exped. Magell., 1895-1897. Botanik, 3(4): 65-75. Stockholm.

FOSLIE, M., 1901a. New Melobesiae. K. norske Vidensk. Selsk. Skr. 1900 (6): 65-75.

FOSLIE, M., 1901b. Bieten die Heydrich'schen Melobesien Arbieten eine sichere grundlage, K. norske Vidensk. Selsk. Skr. (2): 1-27.

FOSLIE, M., 1905. Den botaniske samling. K norske. Vidensk. Selsk. Skr. (1904): 15-19.

FOSLIE, M., 1906. Algologiske notiser II. K. norske Vidensk Selsk. Skr. (2): 1-28.

FOSLIE, M., 1907. Antarctic and subantarctic Corallinaceae. Wiss. Ergebn. Schewed. Südpolar exped., 1901-1903, 4(5): 1-16. Stockholm.

FOSLIE, M., 1908. Die Lithothamnien der Deutschen Südpolar-Expedition. 1901-1903,8: 205-219

FOSLIE, M., 1929. Contributions to a monograph of the *Lithothamnia*. H. Printz ed. Trondheim, 60 pp

GAIN, L., 1912. La flore algologique des regions antarctiques et subantarctiques. Thèse. Masson. Paris. 218 pp.

GIRAUD, G. et CABIOCH, J., 1976. Etude ultraestructurales de l'activité des cellules superficielles du thalle des Corallinacées (Rhodophycées) Phycologia, 15: 405-414.

HEYDRICH, F., 1897. Melobesiae. Ber. dt. bot. Ges., 15: 403-420

HEYDRICH, F., 1901. Die Lithothamnien des Museum d'Histoire Naturelle in Paris. Bot. Jb., 28: 429-545

JOHANSEN, H.W., 1981. Coralline algae, a first synthesis C.R.C. Press, 239 pp.

JOHNSON, J.H., 1961. Limestone-building Algae and algae limestone. Colorado School of Mines, 297 pp.

LEMOINE, MME P., 1912. Algues calcaires (Mélobésiées) recuilles par l'Expedition Charcot 1908-1910. C.R. Acad. Sci. Paris, 154, pp. 1432-1434.

LEMOINE, MME. P., 1913. Mélobésiées, revision des Melobesiees antarctiques in J. Charcot, 2é. Expéd. antarct. franc. 1908-1910, 67 p.

LEVRING, T., 1960. Contribution to the marine algal flora of Chile. Lunds Univ. Arskr., 2, 56(10): 1-83.

MENDOZA, M.L., 1974. Distribution de quelques espéces de Corallinacées articulées sur les cotes d'Argentine. Bull. Soc. phycol. Fr. 19: 67-73.

MENDOZA, M.L., 1976a. Presencia del género *Pseudolithophyllum* (Corallinaceae) en Argentina. Cent. Inv. Biol. mar., Buenos Aires, Cont. cient., 140, 9 p.

MENDOZA, M.L., 1976b. *Antarcticophyllum* nuevo género para las Corallinaceae *Soc. Argent. Bot.* 17 (3-4): 252-261.

MENDOZA, M.L., 1979. Presencia del género *Hydrolithon* (Corallinaceae) en Argentina. Bol. Soc. Argent. Bot., 18 (3-4): 5-17.

MENDOZA, M.L. et CABIOCH, J., 1984. Redefinition de deux espéces de Corallinacées d'Argentine: *Pseudolithophyllum fueguianum* (Heydrich) nov. comb. et *Hydrolithon discoideum* (Foslie) nov. comb. Criptogamie Algologie, 5 (4): 141-154.

MENDOZA, M.L. et CABIOCH, J., 1985. Critique et comparaison morphogenetique des genres *Clathromorphum* et *Antarcticophyllum* (Rhodophyta, Corallinaceae). Consequences biogeographiques et systematiques, Cah. Biol. mar., 26: 251-266.

MENDOZA, M.L. et CABIOCH, J., 1986. Le genre *Hydrolithon* (Rhodophyta, Corallinaceae) sur les cotes argentines subantarctiques et les regions voisines. Cah. Biol. mar., 27: 163-191.

MENDOZA, M.L. et CABIOCH, J., 1986. Les affinites biologiques et biogeographiques des Corallinacees (Rhodophyta) subantarctiques des cotes argentines et regions voisines. Botanique Marina. 29: 475-479.

PAPENFUSS, G.F., 1964. Catalogue and bibliography of Antarctic and subantarctic benthic marine algae. Ant. ser., 1: 1-57.

PUJALS, C., 1963. Catálogo de Rhodophyta citadas para la Argentina. Rev. Mus. arg. Cienc. nat., "B. Rivadavia"., Bot. 3: 1-139.

ROSANOFF, S., 1866. Recherches anatomiques sur les Mélobésiées. Mem. Soc. Imp. Sc. Nat. Math. Cherbourg, 12: 5-112.

SKOTTSBERG, C., 1941. Communities of marina algae un subantarctic and antarctic waters. Kgl. Svensk. Vet. Akad. Handl. 63 (8): 1-70.

SKOTTSBERG, C., 1953. On two collections of antarctic marine algae. Ark. Bot. II, 2: 531-566.

TOWNSWND, R.A., 1979. *Synathrophyton*, a new genus of Corallinaceae (*Cryptonemiales, Rhodophyta*) from the Southern hemisphere. J. Phycol. 15: 251-259.

WOELKERLING, W.J., 1983. A taxonomic reassement of *Lithothamnium* (Corallinaceae, Rhodophyta) based on studies of R.A. Philippis original collections. Br. Phycol. J. 18: 165-197.

WOELKERLING, W.J. and IRVINE, L., 1986. The typifications and status of *Phymatolithon* (Corallinaceae, Rhodophyta). Br. Phycol. J. 21: 55-80.

Gayana, Bot. 45 (1-4):193-202, 1988 ISSN 0016-5301

DIFERENCIACION MORFOLOGICA EN DOS POBLACIONES DE *NOTHOGENIA FASTIGIATA* (BORY) PARKINSON (RHODOPHYTA GALAXAUREACEAE) DE CHILE CENTRAL

MORPHOLOGICAL DIFFERENTIATION OF TWO POPULATIONS OF NOTHOGENIA FASTIGIATA *(BORY) PARKINSON (RHODOPHYTA-GALAXAUREACEAE) FROM CENTRAL CHILE*

Maria Eliana Ramírez*

RESUMEN

El presente trabajo compara en base a caracteres morfológicos del gametofito de costras tetrasporofiticas obtenidas en cultivos de laboratorio, dos poblaciones de *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson, que habitan ambientes ecológicos diferentes en la costa central de Chile

Ambas poblaciones difieren en la forma y consistencia del talo como así también en la forma y crecimiento del tetrasporofito

Las diferencias encontradas son interpretadas como respuestas adaptativas a condiciones ecológicas de diferente exposición al oleaje y al tiempo de emersión. Los resultados obtenidos plantean la interrogante si tales diferencias se deben a plasticidad fenotípica de la especie o a diferenciación genotípica.

ABSTRACT

Two populations of *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson growing in different ecological habitats along the Central coast of Chile were compared in terms of the morphology of the gametophytes and tetrasporophyte crusts obtained in culture.

Both populations showed differences in the shape and firmness of the thallus and in the shape and growth of the tetrasporophyte.

The differences found were interpreted as different adaptative responses to the wave exposure and the emersion to the air. These results suggest the following question: are the differences due to phenotypic plasticity in the species or to genotypic differentiation

KEYWORDS: *Nothogenia fastigiata*, Rhodophyta, morphology, gametophyte, crustose sporophyte.

*Sección Botánica
Museo Nacional de Historia Natural
Casilla 787
Santiago - Chile

INTRODUCCION

El género *Nothogenia* (ex *Chaetangium*), Parkinson (1983), comprende alrededor de 8 especies y está circunscrito sólo al Hemisferio Sur (costas de Sudáfrica, Sudamérica, Nueva Zelandia y a algunas islas subantárticas como Kerguelen, Crozet, Aucklands, Campbell y Malvinas).

En Chile está representado por una sola especie, *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson, la cual ha sido reportada desde Iquique a Tierra del Fuego, constituyendo una de las especies más comunes de nuestra costa (Levring, 1960). De las especies conocidas del género, *Nothogenia fastigiata* es la que alcanza una distribución más septentrional, ya que ha sido registrada hasta la costa Central del Perú (13° — 14°S) en el Pacífico Suroriental (Acleto, 1973).

Los especímenes más característicos de esta especie crecen en lugares más bien protegidos o moderadamente expuestos, formando un cinturón bien delimitado, que se extiende desde el límite inferior de la distribución de *Porphyra columbina* Montagne hasta el límite superior de distribución vertical de *Iridaea laminarioides* Bory, entre 1.0 y 2.0 m de altura intermareal (Santelices et al., 1977).

Nothogenia fastigiata ha sido considerada frecuentemente en la literatura como una especie altamente plástica.

En Chile Norte y Centro, entre Antofagasta y Valparaíso se ha detectado una población de *Nothogenia* que crece en lugares muy puntuales, caracterizados ecológicamente como extremadamente expuestos a la acción del oleaje. En apariencia externa las plantas de esta población son diferentes de los ejemplares más característicos de *Nothogenia fastigiata* y muy cercanos en morfología a algunas especies de *Gymnogongrus*. La distribución ecológica de esta población está limitada al intermereal bajo, entre el límite superior del cinturón de *Lessonia nigrescens* Bory o *Durvillaea antárctica* (Cham.) Hariot y el límite inferior de *Iridaea laminarioides*.

Referencias obtenidas de la literatura indican que estas plantas fueron reportadas tempranamente para la localidad de Cobija, en el Norte de Chile, bajo el nombre de *Sphaerococcus fragilis* C. Agardh (Montagne, 1839, p. 27, pl. 6, Fig. 4). Montagne interpretó mal en ese entonces los caracteres de esta planta, rectificando más adelante que se trataba de una *Nothogenia*, incluyéndola así en la sinonimia de *Nothogenia variolosa* (Montagne, 1856, p. 431). Esta especie por otra parte ha sido considerada como un morfo más de *Nothogenia fastigiata*; consecuentemente ambas poblaciones han sido asignadas a la misma especie.

En el presente trabajo se caracterizan y comparan estas dos poblaciones ecológicamente distintas, en base a la morfología de los gametofitos y de las costras tetrasporofíticas obtenidas en cultivos de laboratorio.

MATERIALES Y METODOS

Los estudios de morfología externa de ambas poblaciones se basaron en muestras obtenidas de poblaciones naturales y de ejemplares de Herbario.

Las plantas de la población de *Nothogenia* de lugares menos expuestos fueron recolectadas en la localidad de La Boca, aproximadamente unos 70 Km al sur del Puerto de San Antonio (33°S) en Chile Central. Las muestras de *Nothogenia* de lugares más expuestos fueron recolectadas en Punta Curaumilla, localidad situada a 32 Km al sur de Valparaíso (33°S) también en Chile Central, este lugar ha sido caracterizado por Guiler (1959) como extremadamente expuesto al oleaje (Fig. 1).

El material de herbario incluyó colecciones recientes depositadas en los Herbarios Nacionales (SGO) del Museo Nacional de Historia Natural y (SS/UC) de la Universidad Católica de Chile y colecciones históricas de referencias pertenecientes a los Herbarios (BM) del British Museum (Natural History) de Londres; (LD) de la Universidad de LUND en Suecia y (PC) del Museo de Historia Natural de París.

En el estudio anatómico de las plantas se utilizó material conservado en formalina diluida al 4% en agua de mar. Los cortes histológicos fueron realizados con micrótomo de congelación Leitz, entre 5—10 μm, los que posteriormente fueron teñidos y montados utilizando la técnica de Huisman (1985).

Para el estudio de las costras tetrasporofíticas, carpósporas obtenidas de material fértil fueron inoculadas en medio de Provasoli, basado en agua de mar natural (Starr, 1978).

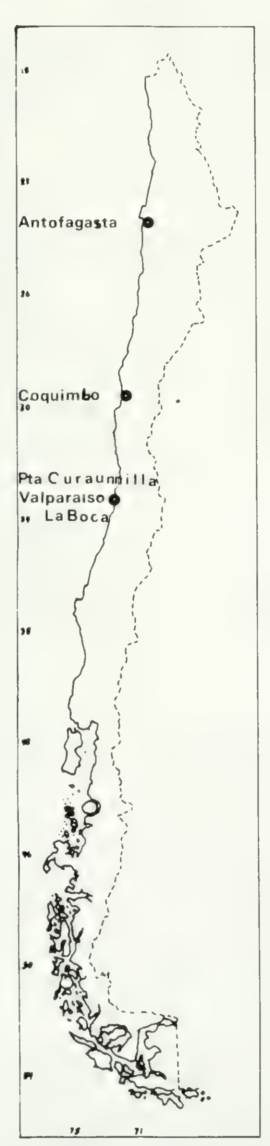


Fig. 1.- Mapa indicando localidades de muestreo de dos poblaciones de *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson en Chile Central.

Las condiciones de cultivo empleadas para el desarrollo de los tetrasporofitos fueron las siguientes: 12°C, fotoperíodo 12 : $\overline{12}$ y densidad de flujo fotónico 45 uE • m^2 • S^{-1}; 15°C fotoperíodo 16 : $\overline{8}$ y 8 : $\overline{16}$ manteniendo la misma densidad de flujo fotónico.

RESULTADOS

Los gametofitos

Los ejemplares más característicos de la población de *Nothogenia* de lugares menos expuestos (Figs. 2 y 3) alcanzan hasta 10 cm de alto y son de color rojo oscuro. El talo es comprimido, plano, cartilaginoso y profusamente dividido en varias dicotomías. Las frondas nacen de un pequeño disco de 2 mm de diámetro, el que se prolonga en un corto estipe, plano o canaliculado, para luego expandirse progresivamente en anchos segmentos. En la región del estipe, la fronda no sobrepasa los 2 mm, en tanto que en los segmentos superiores alcanza hasta 10 mm.

Una revisión exhaustiva de más de un centenar de especímenes provenientes de diferentes localidades, abarcando así el amplio rango de distribución de esta especie, evidencia una gran variabilidad de formas y tamaño.

En la Fig. 4, la fotografía muestra ejemplares de *Chondrus variolosus* Montagne o *Nothogenia variolosa* (Montagne) Montagne, provenientes de las Islas Aucklands. Como ya se ha dicho anteriormente, esta especie ha sido considerada como sinónimo de *Nothogenia fastigiata*. Este morfotipo incluye plantas que alcanzan hasta 10 cm en altura, de talo comprimido—plano, dividido en varias dicotomías y con segmentos estrechos de no más de 2 mm desde la base al ápice. La Fig. 5, por otra parte, muestra plantas recolectadas en las Islas Falklands o Malvinas pertenecientes a las colecciones del British Museum de Londres; estos ejemplares se caracterizan por ser de menor tamaño (3—5 cm), cuya fronda nace de un estipe plano que luego se divide formando segmentos de morfología sacada. Estos especímenes son exactamente iguales a lo figurado por Bory (1828, pl. 18 f. 2) para *Dumontia fastigiata* Bory; el material tipo de esta especie, proveniente de la misma localidad. Finalmente en la Fig. 6 observamos un morfotipo extremo en cuanto a variación en el ancho de los segmentos, recolectados en la localidad de La Boca, Chile Central. Es-

te morfotipo también es característico en la costa Central del Perú (Acleto, 1973, p. 22, Figs. 62 y 63). A excepción de las plantas provenientes de las Islas Falkland cuya fronda se divide en segmentos de forma sacada, el patrón morfológico de los segmentos del talo en las plantas de *Nothogenia fastigiata* provenientes de lugares menos expuestos se mantiene comprimido-plano; esto se observa aun en plantas con segmentos estrechos.

El estudio anatómico de estas plantas muestra (Fig. 7) que el talo es multiaxial, con una médula central de filamentos delgados, entrelazados unos con otros, formando un tejido bastante laxo. Estos filamentos se ramifican y radian hacia la periferia, formando cadenas paralelas de células que dan origen a una corteza firme con filamentos moniliformes; las células más externas de estos filamentos cuando mueren pasan a formar una gruesa cutícula.

Las plantas son dioicas, los ejemplares femeninos son fácilmente reconocibles por los cistocarpos sobresalientes que se observan como pequeños puntos en ambas superficies de la fronda. Las plantas masculinas presentan los espermacios en áreas sorales en los segmentos superiores de la fronda; estas zonas reproductivas son evidenciables también porque adquieren una coloración más blanca.

El desarrollo de ramas carpogoniales y formación de gonimoblastos, como así también el origen de los espermacios, es coincidente con lo descrito por Levring (1945) y Acleto (1973) para esta especie y por Martin (1936; 1939) para *Chaetangium saccatum* (Lamour) J. Agardh, especie originaria de Sudáfrica.

Los gametofitos de las plantas de la población de lugares expuestos (Fig. 8) presentan un talo de 2 —(4)— 6 cm de alto, absolutamente cilíndricos desde la base al ápice, que no sobrepasa 1 mm de diámetro. Estas plantas al igual que las anteriores son profusamente ramificadas, con varias dicotomías y a veces muy irregulares en su patrón de ramificación. A pesar de variar también en morfología, el carácter cilíndrico del talo se mantiene en los diferentes morfos (Figs. 9, 10, 11, 12, 13).

El talo en sección en estas plantas (Fig. 14) se observa como cilindro sólido, lleno de tejido interno, con una médula filamentosa densa. La corteza en estas plantas es semejante tanto en el tamaño como en el número de estratos celulares, a lo observado en los especímenes provenientes de lugares menos expuestos.

El análisis de estructuras reproductivas en las plantas de esta población no revela diferencias sustanciales con lo descrito para la población anteriormente estudiada.

Los tetrasporofitos

Las carpósporas obtenidas en medio de cultivo se fijaron a las 48 horas de producida su liberación y presentaron una forma esférica. Las esporas de la población de *Nothogenia fastigiata* de ambientes menos expuestos presentaron un diámetro de 15 - 18 μm; las de la población de ambientes expuestos miden entre 8 - 13 μm. El desarrollo inicial de las carpósporas en cultivo es coincidente con lo descrito por Delépine et al (1979) y Collantes et al (1981) para esta especie y por Anderson et al (1985) para *Nothogenia erinacea* (Turner) Parkinson, de Sudáfrica, en ambas poblaciones. El desarrollo posterior del disco costroso sin embargo es diferente.En el caso de la población de ambientes menos expuestos las células del meristema marginal que aseguran el crecimiento en diámetro de las costras, se dividen de manera regular y ordenada, de adentro hacia afuera, observándose en vista superficial las hileras de células, como rayos que radian desde un punto central, los bordes de la costra son muy parejos (Figs. 15 y 16). En el caso de la población de ambientes expuestos las divisiones celulares en el meristema marginal son más irregulares en el plano de división y el crecimiento de la costra va tomando una orientación centrífuga helicoidal, como la concha de un caracol, los bordes de la costra en este caso no resultan parejos (Figs. 17 y 18). En vista superficial ya no se hacen distinguibles las hileras celulares que evidencian la extensión en diámetro de la costra; estas costras son aparentemente de mayor grosor en los bordes. Las diferencias observadas se repiten en los tres sets de experimentos bajo distintas condiciones de cultivo.

Otra diferencia notable es el color de las costras, en la población de ambientes menos expuestos la costra adquiere una coloración rojo anaranjado; las costras de la población de lugares expuestos son de color rojo oscuro. A los 4 meses de cultivo las diferencias se mantienen. En un corte transversal las costras tetrasporofíticas de

ambas poblaciones presentan un talo formado de 1 a 2 capas de células hipotalinas de forma irregular y de 7 a 9 corridas de células verticales, de forma cuadrada, que constituyen la región peritalina. En las plantas provenientes de ambientes menos expuestos las células peritalinas del disco costroso se observan siguiendo una verticalidad ordenada (Fig. 19), en el caso de las plantas de lugares expuestos las células peritalinas se observan en hileras verticales más desordenadas (Fig. 20).

La Tabla I resume las diferencias morfológicas encontradas entre las dos poblaciones.

Tabla I. Cuadro comparativo de caracteres morfológicos en gametofitos y tetrasporofitos de 2 poblaciones de *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson de Chile Central.

Carácter	Habitat protegido o moderadamente expuesto	Habitat expuesto
Forma del talo	Comprimido-plano	Cilíndrico
Tamaño (cm)	7.5 ± 3.05	3.8 ± 1.08
Ancho del talo (Porción superior, antes de las primeras dicotomías/región media segmentos superiores, en cm)	0.38 ± 2.6 / 0.87 ± 0.46	0.09 ± 0.02 / 0.097 ± 0.01.
Tamaño carpósporas (µm)	16.7 ± 1.18	11.3 ± 1.15
Patrón de crecimiento costras tetrasporofíticas	Centrífugo radial	Centrífugo helicoidal
Borde de costras	Parejo	Irregular
Color costras	Rojo anaranjado	Rojo oscuro

DISCUSION

Las diferencias morfológicas encontradas entre las dos poblaciones de *Nothogenia* que habitan ambientes ecológicos distintos en Chile Central pueden reflejar aparentemente respuestas adaptativas frente a diferentes presiones selectivas del ambiente. Así el talo comprimido—plano, donde el tejido medular es más bien suelto y laxo de la población de *Nothogenia* de ambientes menos expuestos ha tenido que compactarse para formar un talo cilíndrico y sólido como ocurre en la población de *Nothogenia* de ambientes más expuestos, siendo ésta una respuesta adaptativa a este factor del ambiente. Un talo cilíndrico y sólido tiene una estructura más firme y resiste en mejor forma el impacto del oleaje que un talo de estructura menos sólida.

Como ya se ha dicho, ambas poblaciones ocupan diferente posición vertical en la zona intermareal. Las diferencias morfológicas encontradas en cuanto a forma y consistencia del talo entre ellas pueden ser interpretadas como adaptaciones a la deshidratación, ocasionadas por tiempo de exposición al aire. Así, la población de *Nothogenia* de ambientes menos expuestos cuya distribución ecológica se extiende entre 1 y 2 m de altura intermareal permanece mayor tiempo expuesta a la sequedad del ambiente en horas de marea baja que la población de *Nothogenia* de ambientes más expuestos, cuya distribución ecológica está limitada al intermareal bajo. La consistencia del talo donde el tejido medular es laxo y suelto como ocurre en la población de *Nothogenia* de ambientes menos expuestos permite una mayor retención de agua en estas plantas las cuales a veces presentan segmentos sacados, como dedos inflados completamente llenos de líquido, el agua penetra en el tejido medular, comprimiendo y presionando a las células medulares hacia la periferia del talo. Estas plantas con esa morfología son verdaderos reservorios de agua, esta adaptación les permite sobrevivir sin dificultad en un ambiente de extremo stress hídrico. En el caso contrario, en la población de lugares más expuestos, la consistencia del talo con

una médula compacta y densa no permite la acumulación de agua en el tejido medular por falta de espacio, estas plantas viven la mayor parte del tiempo sumergidas y no están sometidas a stress hídrico.

Las diferencias morfológicas encontradas en el crecimiento de las costras tetrasporofíticas en cultivo también pueden ser interpretadas como respuestas adaptativas a diferentes presiones selectivas del ambiente. Así, las costras tetrasporofíticas de la población de *Nothogenia* de ambientes más expuestos crecen más en grosor que en diámetro especialmente en los bordes externos, donde se observa una intensa actividad de división celular. Estas costras con bordes de mayor grosor están mejor adaptadas para resistir el impacto del oleaje y evitar así ser desprendida con facilidad. Las costras tetrasporofíticas de ambientes menos expuestos crecen más en diámetro que en grosor y las divisiones celulares se desarrollan en dos planos en toda la extensión de la costra presentando así un crecimiento parejo y regular tánto en diámetro como en grosor.

Si las diferencias morfológicas observadas entre ambas poblaciones de *Nothogenia* obedecen a respuestas adaptativas al ambiente la pregunta es si estamos frente a un caso de extremo polimorfismo en *Nothogenia fastigiata* o estamos frente a dos poblaciones biológicas diferentes. La respuesta a esta interrogante debe ser claramente verificada por el camino de la experimentación en trabajos futuros.

Muchos ejemplos de diferenciación morfológica debido a plasticidad fenotípica han sido verificados en forma experimental (Gerald and Mann, 1979), sin embargo la modificación por el ambiente suele involucrar a veces una variación genética (Innes, 1984). Ejemplos que documentan esta situación también son ampliamente conocidos (Chapman, 1974; Mathieson et al, 1981; De Paula e De Oliveira, 1982).

Casos como el de *Nothogenia* en Chile Central producen seria confusión a los taxónomos especialmente cuando sólo criterios morfológicos son utilizados en la diferenciación de las especies del género. Algunos morfos de la población de *Nothogenia* de ambientes más expuestos (Fig. 13) no pueden ser diferenciados por ejemplo de la especie *Nothogenia pulvinata* Levring, endémica de Nueva Zelandia, descrita e ilustrada por Levring 1955 (p. 422, Fig. 8).

Es probable que en las costas de Nueva Zelandia y otras islas subantárticas ocurra la misma situación que en las costas de Chile con *Nothogenia fastigiata*, encontrándose poblaciones morfológicamente diferentes en ambientes ecológicos distintos. Es necesario en consecuencia realizar una exhaustiva revisión en las especies hasta aquí conocidas del género en el Hemisferio Sur.

El presente trabajo a pesar de no entregar consideraciones taxonómicas concluyentes respecto al género *Nothogenia* en Chile, aporta antecedentes valiosos al reconocer e identificar la población de *Nothogenia* de ambientes expuestos de Chile Norte y Centro, evitando de este modo su confusión con plantas del género *Gymnogongrus*, bajo el cual ha sido reiteradamente mal identificada, especialmente en material de Herbario; esto cobra aún más valor por cuanto especies de *Gymnogongrus*, especialmente *Gymnogongrus furcellatus* (C. Ag.) J. Ag., se cosecha y comercializa en Chile bajo el nombre vulgar de "liquen gomoso", especialmente en la VIII Región del país (Anuario Estadístico SERNAP, 1982).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las siguientes personas e instituciones por el préstamo de especímenes de Herbario en este estudio: Dra. F. Ardré, del Museo de Historia Natural, París, Francia, por el préstamo de *Sphaerococcus fragilis* y el material de *Nothogenia* de las colecciones de C. Montagne. Al Sr. P. Lassen, del Museo Botánico de la Universidad de Lund, Suecia, por el préstamo de material de *Nothogenia variolosa* del Herbario de C.J. Agardh. A la Sra. Ivonne Courtney, del Museo Británico de Historia Natural, Londres, por el préstamo de material de *Nothogenia fastigiata* proveniente de Tierra del Fuego e Islas subantárticas, pertenecientes a las colecciones de Hooker & Harvey, Dickie, Vallentin y otros.

Mis agradecimientos a Myriam Seguel, Patricio Camus y Guillermo Rivera por la colaboración prestada en la recolección de material en terreno y en el trabajo de laboratorio.

Mi especial agradecimiento al Dr. D.G. Müller, de la Universidad de Konstanz, Alemania, por su constante estímulo y apoyo en el trabajo de cultivos en el laboratorio.

Las fotografías fueron realizadas por el Sr. Oscar León. La Sra. Nelly Rodríguez mecanografió el manuscrito; mis agradecimientos a ambos.

BIBLIOGRAFIA

ACLETO, C. 1973. Las algas marinas del Perú. Bol. Soc. Per. Bot. 6 (1,2): 1—164.

ANDERSON, R.J. y STEGENGA, H. 1985. A crustose tetrasporophyte in the life history of *Nothogenia erinaceae* (Turner) Parkinson (Galaxaureceae, Rhodophyta) Phycologia 24 (1): 111 — 118.

BORY DE SAINT-VINCENT, J.B. 1828 (In Duperrey, L.L.). Voyage autour du monde... sur la corvette... La Coquille... Paris. Bertrand. 1826—1830 6 vol. e Atlas.

COLLANTES, G., RIOS, V., GODDART, M. y ETCHEVERRY, H. 1981. Fase tetrasporangial en la historia de vida de *Chaetangium fastigiatum* (Bory) J. Ag. (Rhodophyta, Nemaliales). An. Mus. Hist. Nat. Valp. Chile. 14: 39 — 45.

CHAPMAN, A.R.O. 1974. The genetic basic of morphological differentiation in some *Laminaria* populations. Mar. Biol. 24: 85—91.

DELEPINE, R., DELESSALLE B. et LAMBERT, C. 1979. Sur l'existence d'un tétrasporophyta dans le cycle de la Rhodophycée *Chaetangium fastigiatum* (Bory) J. Ag. aux iles Kerguelen. C.R. Acad. Sci. Paris 289: 595—598.

GERARD, V.A. and MANN, K.H. 1979. Growth and production of *Laminaria longricuris* (Phaeophyta) populations exposed to different intensities of water movement. J. Phycol. 15: 33—41.

GUILER, E. 1959. The intertidal ecology of the Montemar Area, Chile. Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania, 93: 165—186.

HUISMAN, J.M. 1985. The *Scinaia* assemblage (Galaxauraceae, Rhodophyta) : a reappraisal. Phycologia, 24 (4): 403—418.

INNES, O.J. 1984. Genetic differentiation among populations of marine algae. Helgoländermeeresunters 38: 401—417.

LEVRING, T. 1945. Marine algae from some antarctic and subantarctic islands. Lunds. Univ. Arsskr. n.f., 41 (7): 1— 36

LEVRING, T. 1955. Contributions to the marine algae of New Zealand. I. Rhodophyta: Goniotrichales, Bangiales, Nemalionales and Bonnemaisoniales. Arkiv för Botanik. Serie 2 Band 3 (11): 407—432.

LEVRING, T. 1960. Contributions to the marine algal flora of Chile. Lunds Univ. Arsskr. n.f. 56 (10): 1—83, 22 figs.

MARTIN, M.T. 1936. The structure and reproduction of *Chaetangium saccatum* (Lamour). J. Ag. I. Vegetative structure and male plants. Proc. Linn. Soc. Lond. 148: 165—181.

MARTIN, M.T. 1939. The structure and reproduction of *Chaetangium saccatum* (Lamour). J. Ag. Female plants. J. Linn Soc. Bot. 52: 115—144.

MATHIESON, A.C., NORTON, T.A. and NEUSHULL, M. 1981. The taxonomic implications of genetic and environmentally induced variations in seaweeds morphology. Bot. Rev. 47: 313—347.

MONTAGNE, C. 1839. Plantes cellulaires. Algae. In, A. D'Orbigny, Voyage dans l'Amerique méridianale. Seconde Partie. Florula boliviensis, stirpes novae vel minus cognitae. Cryptogamie. 7: 1—110. 1839. 8 (Atlas): pls. 1—7, 1847. Paris, Strasburg.

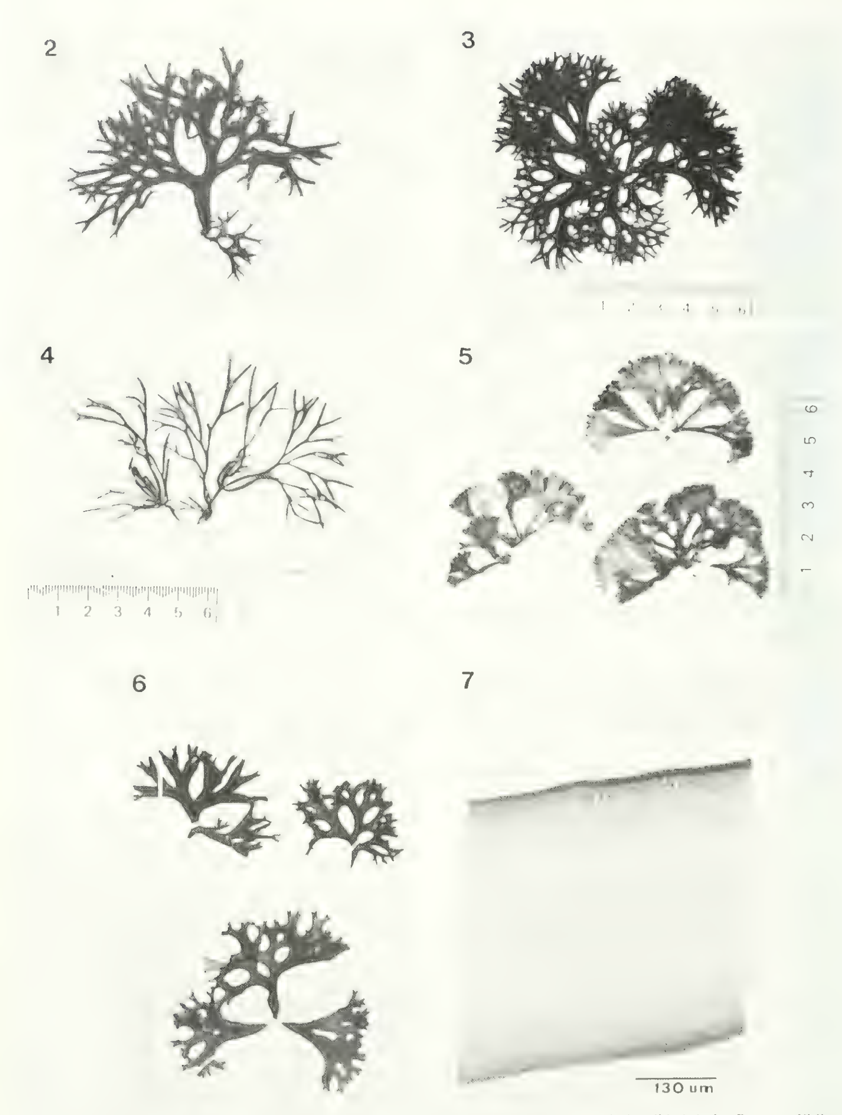
MONTAGNE, C. 1856. Sylloge generum specierumque plantarum cryptogamarum quas in variis operibus descriptas iconnilusque illustratas. xxiv, 498 pp. Paris.

PARKINSON, P. 1983. The typification and status of the name *Chaetangium* (algae). Taxon 32 :601—610.

DE PAULA, E.J. and DE OLIVEIRA, E.C. 1982. Wave exposure and ecotypical differentiation in *Sargassum cymosum* (Phaeophyta, Fucales). Phycologia 21: 145—153.

SANTELICES, B., CANCINO, J., MONTALVA, S., PINTO, R. y GONZALEZ, E. 1977. Estudios ecológicos en la zona costera afectada por contaminación del "Northern Breeze" II Comunidades de playas de rocas. Medio Ambiente 2 (2): 65—83.

STARR, R.C. 1978. The culture collection of algae at the University of Texas at Austin. J. Phycol. *14* (Suppl. : 47—100).



Figs. 2 y 3.- Hábito ejemplares adultos de *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson de la localidad de La Boca en Chile Central. Fig. 4.- Hábito ejemplar de *Chondrus variolosus* Montagne, proveniente de las Islas Auckland. (Herbario de G.J. Agardh N° 32574-32577). Fig. 5.- Ejemplares de *Chaetangium fastigiatum* (Bory) J. Agardh, pertenecientes a las colecciones del British Museum (Natural History) Londres. Fig. 6.- Ejemplares de *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson de la localidad de La Boca en Chile Central. Fig. 7.- Sección transversal del talo de *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson de la localidad de La Boca en Chile Central

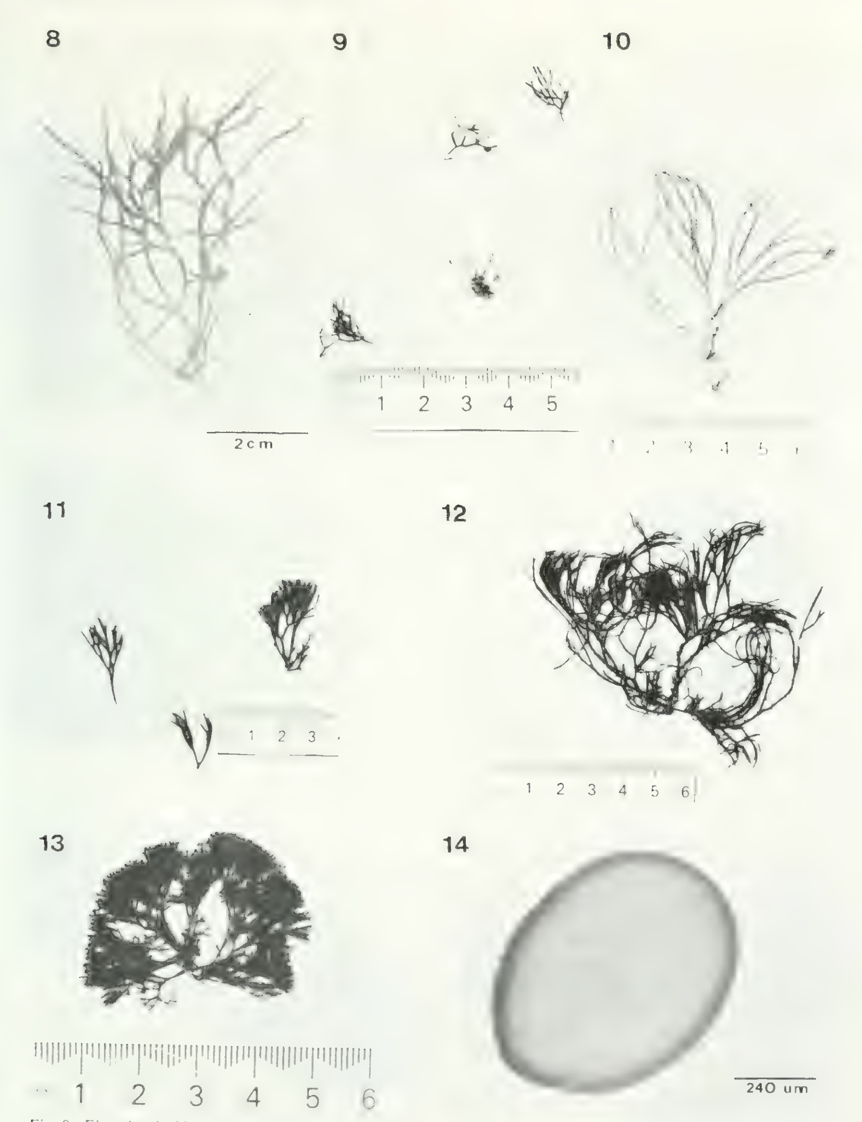


Fig. 8.- Ejemplar de *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson proveniente de la localidad de Punta Curaumilla en Chile Central. Figs. 9-13. Diferentes morfos de *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson provenientes de la localidad de Punta Curaumilla en Chile Central. Fig. 14.- Sección transversal del talo de *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson de la localidad de Punta Curaumilla en Chile Central

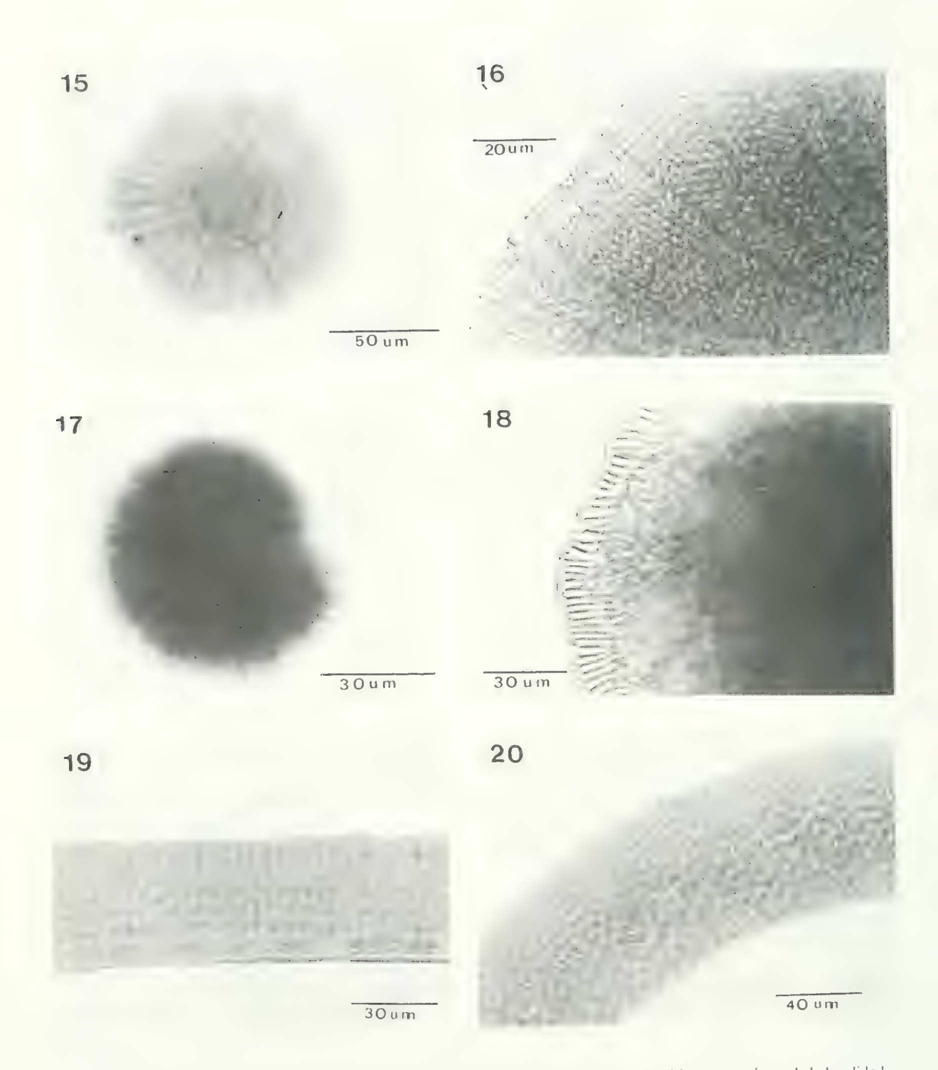


Fig. 15.- Costra tetrasporofítica de *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson de 1 mes de cultivo, proveniente de la localidad de La Boca en Chile Central. Fig. 16.- Vista superficial de la costra de la Fig. 15. Fig. 17.- Costra tetrasporofítica de *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson de 1 mes de cultivo, proveniente de Punta Curaumilla en Chile Central. Fig. 18.- Vista superficial de la costra de la Fig. 17.- Fig. 19.- Sección transversal del tetrasporofito de *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson de la localidad de La Boca en Chile Central. Material de 4 meses de cultivo en laboratorio. Fig. 20.- Sección transversal del tetrasporofito de *Nothogenia fastigiata* (Bory) Parkinson de la localidad de Punta Curaumilla en Chile Central. Material de 4 meses de cultivo en laboratorio.

Gayana, Bot. 45 (1-4):203-223, 1988 ISSN 0016-5301

ESTUDO COMPARADO DE *GELIDIUM COARCTATUM* KUETZING E *PTEROCLADIA CAPILLACEA* (GMELIN) BORNET ET THURET (RHODOPHYTA-GELIDIACEAE) NO LITORAL BRASILEIRO

ESTUDIO COMPARADO DE GELIDIUM COARCTATUM *KUETZING Y* PTEROCLADIA CAPILLACEA *(GMELIN) BORNET Y THURET (RHODOPHYTA-GELIDACEAE) DE LA COSTA BRASILERA*

Yumiko Ugadim*

RESUMO

G. coarctatum, descrito com base em material brasileiro, foi considerado durante cerca de 100 anos como de ocorrência duvidosa para o Brasil. A espécie se assemelha a *P. capillacea* (= *P. pinnata*) em suas características gerais, morfológicas e de habitat, tendo sido, até recentemente, identificada sob esse binômio ou como *Gelidium corneum*. Compara-se, neste trabalho as duas espécies quanto às características morfoanatômicas, fases do ciclo de vida e outras características diagnósticas. Dentre os critérios morfológicos adotados destacam-se os seguintes: cistocarpo - característica a nível genérico; padrão de ramificação; dimensões - tamanho e espessura; tetrasporângio - distribuição e medidas; "rizines" - distribuição e diâmetro. Destaca-se a distribuição geográfica distinta das duas espécies: *P. capillacea* restrita às regiões sul e sudeste e *G. coarctatum* às regiões norte e nordeste, lembrando pares vicariantes.

ABSTRACT

Gelidium coarctatum, originally described from material collected in Brazil and considered by recent authors as a dubious reference, was found in abundance in northeastern Brazil. The species is similar to *Pterocladia capillacea* (= *P. pinnata*) in general characteristics. The paper presents a comparative study of the two species considering: cystocarp - shape and size (generic level); branching pattern; size and thickness of the thallus; "rizines" - distribution and diameter; tetrasporangia - distribution and size. The species show a distinct distribution in Brazil. *P. capillacea* is restricted to the southern and southeastern coast, while *G. coarctatum* is restricted to the northern and northeastern coast suggesting vicariant pairs.

KEYWORDS: *Gelidium*, taxonomy, geographic distribution, Rhodophyta.

INTRODUÇÃO

A família Gelidiaceae, de acordo com a classificação de Fan (1961), está presente no Brasil com 2 gêneros *Gelidium* e *Pterocladia*. A distinção desses dois gêneros se baseia, especialmente, na morfologia do cistocarpo e do carposporófito. A dificuldade na identificação dos táxons destas algas já se inicia na separação dos gêneros, quando não se dispõem de plantas femininas. Em amostras pequenas, há uma tendência de encontrar uma freqüência maior de plantas sem estruturas de reprodução, ou então, de plantas tetraspóricas.

*Departamento de Botânica
Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo
Cidade Universitária
Caixa Postal 11461 — CEP 05499
São Paulo, SP — Brasil

Ugadim (1985) estudando as Gelidiaceae do litoral brasileiro, desde o Estado do Pará (30° S - 47° 30'W) até o Estado do Rio Grande do Sul (33° S - 55° W), avaliou o "status" taxonômico de 10 espécies e 2 variedades, através de estudos de amostras populacionais e da análise de várias coleções do Herbário SPF. Levou em consideração a variabilidade morfológica apresentada pelas plantas em diferentes idades (tamanhos) e em diferentes latidudes.

Este trabalho constitui parte dos estudos de Ugadim (1985) e apresenta estudo comparado de *Gelidium coarctatum* Kuetzing e *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret, quanto à morfologia, morfometria, habitat e distribuição geográfica no Brasil e fases do ciclo de vida.

MATERIAL E METODOS

G. coarctatum foi coletado nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas. Bahia e Espírito Santo e *P. capillacea* nos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Figura 1). As coletas foram variáveis, de acordo com cada um dos Estados, e podem ser verificadas no item "material estudado" que segue cada uma das descrições dos táxons.

A maior parte das algas foi coletada durante as marés baixas, oportunidade em que se pode percorrer a pé e explorar ao máximo o substrato onde crescem fixas as plantas, bem como, observar o tamanho e a distribuição das populações. Em alguns locais as coletas foram realizadas ao longo de toda distribuição e em outros, quadrados de 20 x 20 cm foram lançados, ao acaso, sobre as populações e todas as plantas foram retiradas, com o auxílio de uma espátula. Parte do material foi enviada por pesquisadores regionais, ou foi coletada pelos colegas do Departamento, ou ainda, já fazia parte do Herbário do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (SPF).

O material foi preservado em formol a 4% e então herborizado segundo as técnicas usuais para as algas marinhas macroscópicas.

As amostras foram analisadas cuidadosamente, levando-se em consideração o estádio ou o grau de desenvolvimento das plantas, tamanhos e as fases do ciclo de vida, bem como todas as outras características diagnósticas.

Quando as medidas são mencionadas, anotamos a menor e a maior encontradas, em um conjunto de mais de 20 medidas.

As preparações de cortes anatômicos foram feitas com lâminas de barbear, a partir de material fixado em formol ou então de material herborizado previamente hidratado. Os cortes foram corados com azul de anilina, em solução aquosa na concentração de 1%.

Todas as exsicatas do material estudado, devidamente numeradas e identificadas, encontram-se depositadas no Herbário Ficológico do Departamento de Botânica (SPF), São Paulo, SP, estando a disposição dos interessados.

Foram utilizados no texto e nas diferentes tabelas e figuras os símbolos que se seguem, para ilustrar as diferentes fases e estádios de desenvolvimento: o = plantas sem estruturas de reprodução; ⊖ = plantas tetraspóricas; ♀ = plantas cistocárpicas; ♂ = plantas como espermatângios e para as Estados da União foram utilizadas as seguintes siglas: CE = Ceará; RN = Rio Grande do Norte; PB = Paraíba; PE = Pernambuco; AL = Alagoas; BA = Bahias; ES = Espírito Santo; RJ = Río de Janeiro; SP = São Paulo; PR = Paraná; SC = Catarina e RS = Río Grande do Sul.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

—CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES

Gelidium coarctatum Kuetzing Tab. phyc. 1868, N° XVIII, p. 21, tab. 59, fig. a, b.

Tipo: Rjksherbarium, Leiden (Segi, 1963)
Localidade tipo: Pernambuco - Brasil.

Referências para o Brasil: Kuetzing 1868 (localidade tipo - Pernambuco); Taylor 1931 e 1960 (PE); Oliveira Filho, 1977 (PE), Ferreira e Pinheiro 1966 (CE), como *Pterocladia capillacea*; Pinheiro-Vieira e Ferreira 1968 (CE, RN, AL), como *Pterocladia pinnata*; Carvalho 1983 (PB), como *Gelidium corneum*; Williams e Blomquist 1947 (nordeste do Brasil), como *Gelidium* sp.

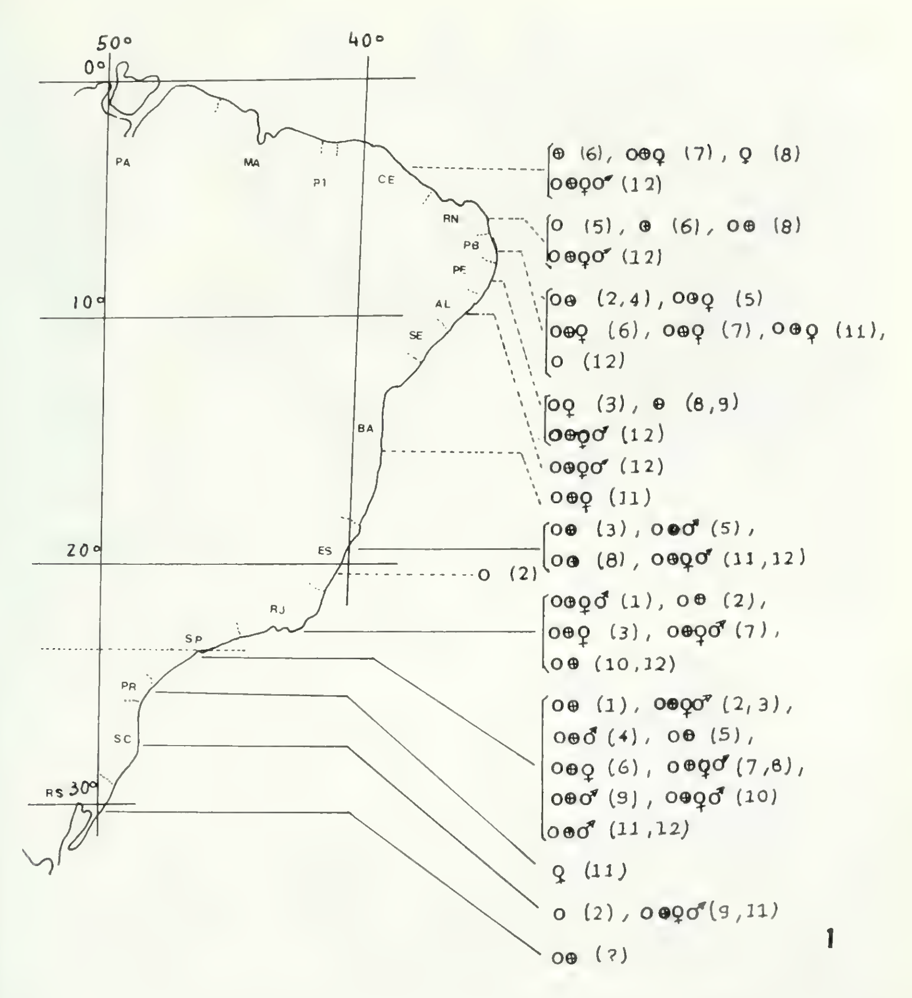


Fig. 1. Locais de ocorrência e fases do ciclo de vida. Os numeros entre parênteses indicam os meses do ano

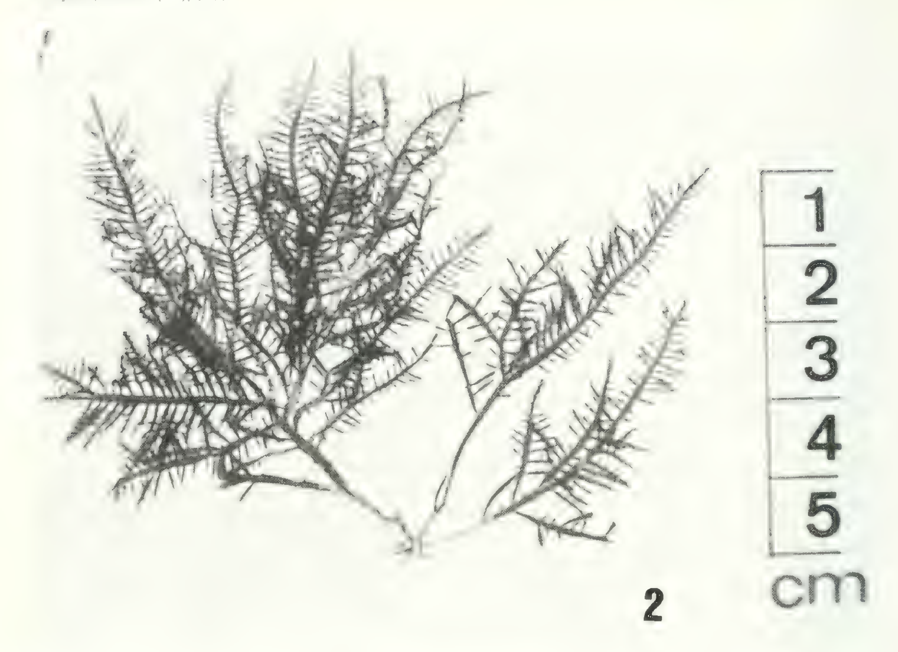
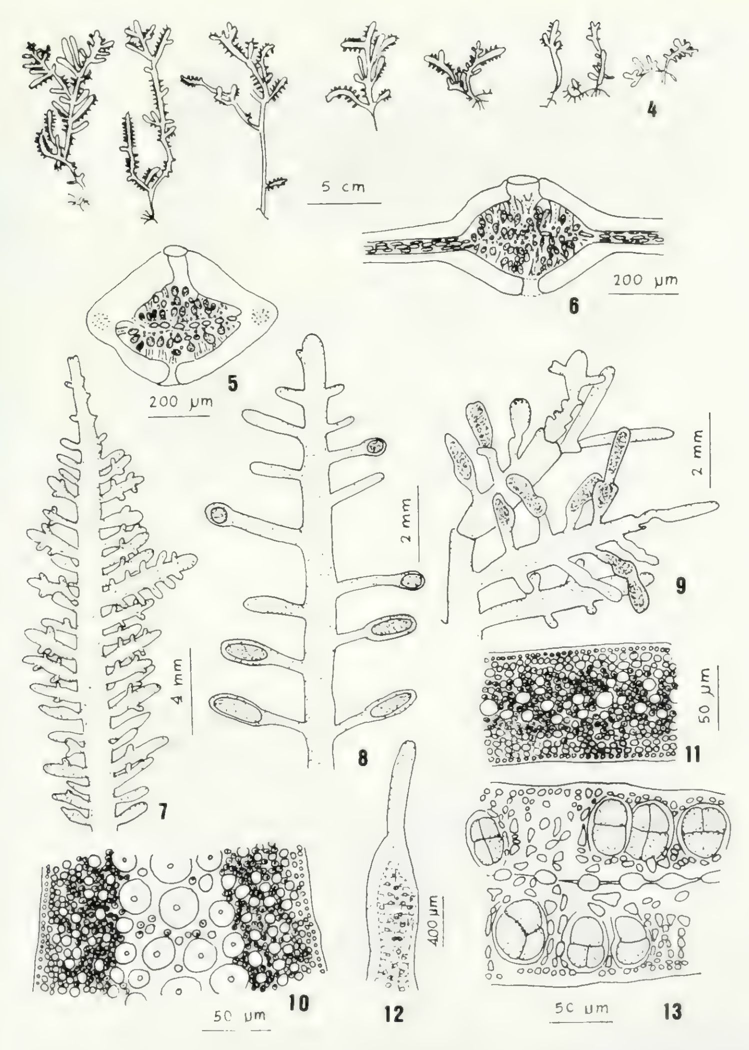
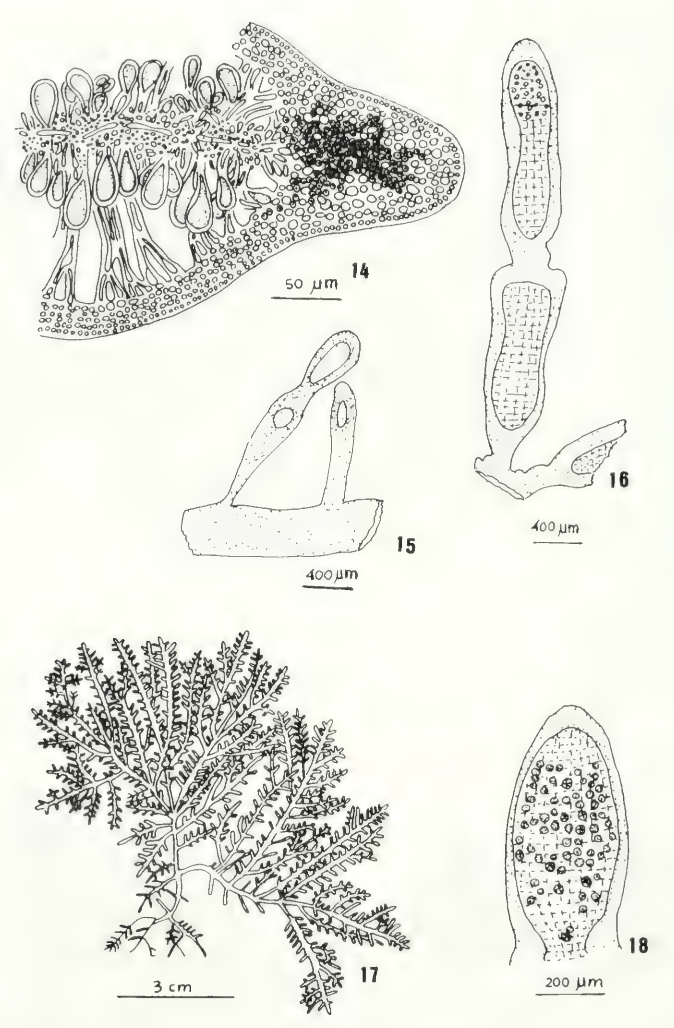


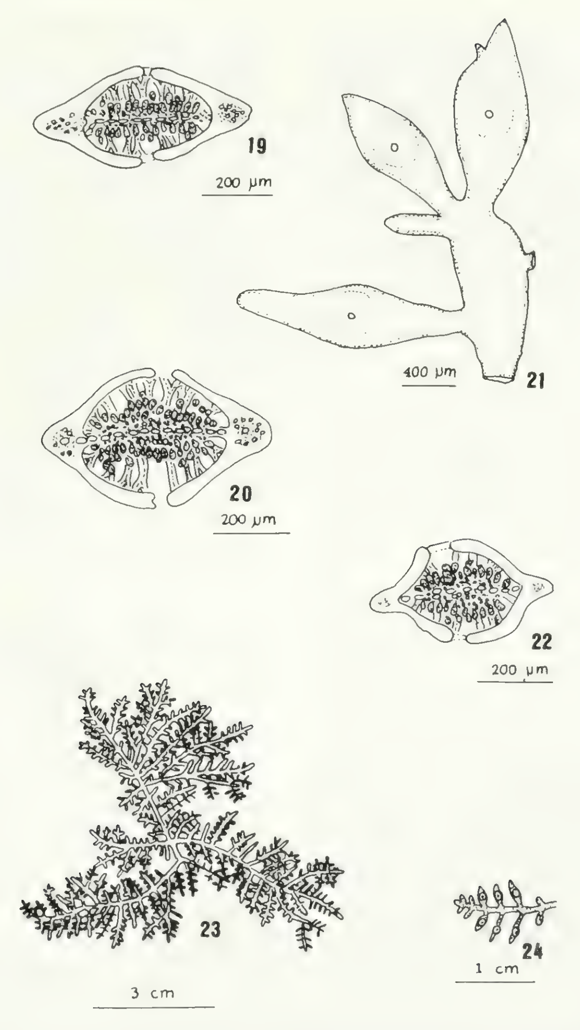
Fig. 2. *Gelidium coarctatum.*



Figs. 4-13. *Gelidium coarctatum* Kuetzing. 4. Plantas em diferentes estágios de desenvolvimento. 5. Desenho esquemático de um corte transversal do cistocarpo. 6. Desenho esquemático de um corte longitudinal do cistocarpo. 7. Porção terminal de um ramo com râmulos dispostos pinadamente. 8 e 9. Ramos com tetrasporângios. 10. Corte transversal de uma porção mediana do talo; note as "rizines" na região subcortical. 11. Corte transversal de um râmulo da parte superior da planta; desenho da porção mediana do corte. 12 Râmulo com tetrasporângios. 13. Corte transversal de un râmulo com tetrasporângios. Figuras 4-6 e 10-13 Ponta Negra, Natal, RN (SPF 9020); figuras 7-9 - Mirante das Serias, Maceió, AL (SPF 9366)



Figs. 14-18. *Gelidium coarctatum* Kuetzing. 14. Parte de um cistocarpo cortado transversalmente, com carpósporos terminais e "rizines" na ala. 15. Pinas de última ordem como soros de espermatângios. 16. Pina com tetrasporângios e espaços deixados pela liberação dos mais velhos. 17. Aspecto geral de uma planta tetraspórica. 18. Detalhe de uma pina fértil com tetrasporângios. Figuras 14, 15, 17 e 18 - Ponta do Bessa, João Pessoa, PB (SPF 6108), figura 16 - Mirante das Sereias, Maceió, AL (SPF 9366)



Figs. 19-24. *Gelidium coarctatum* Kuetzing. 19, 20 e 22. Cortes transversais de cistocarpos, desenhos esquemáticos. 21. Râmulos com cistocarpos. 23. Aspecto geral de uma planta feminina. 24. Ramo com pinas femininas com cistocarpos. Ponto do Bessa, João Pessoa, PB (SPF 6108)

Plantas de cor rosa vinácea a vermelha escura, medindo de 2-17,5 cm alt., formando tufos densos, abundantemente ramificadas. Ramificação de primeira ordem alterna ou irregular, sempre no mesmo plano. Ramos de primeira ordem bi, tri a tetrapinados. Eixos eretos originando-se de uma porção prostada cilíndrica presa ao substrato, de espaço em espaço, por apressóides discóides. Eixos eretos cilíndricos na base, achatados acima, medindo até 2 mm larg. e 160-220 µm espes. nas porções medianas de planta. Das porções cilíndricas basais originam-se vários ramos cilíndricos flagiliformes que irão dar origem aos eixos prostrados. Eixos eretos, em corte transversal da parte mediana, com 2 a 3 camadas de células pequenas de 2-6 µm diam., com cloroplastos, seguidas de células subcorticais globosas, incolores, maiores que as corticais, misturadas a uma grande quentidade de "rizines" de 2-4 µm diâm. Porção central com células medulares grandes, incolores de 18-33 µm diñ. Em pinas superiores, "rizines" na região medular. Tetrasporófitos maiores e mais exuberantes que os gametófitos. Tetrasporângios reunidos em soros circulares em pinas jovens ou alongados mas nunca atingindo o ápice e as margens das pinas. Em corte transversal, tetrasporângios cruciada ou tetraedricamente divididos, localizados próximos à superfície, 20-35 µm diâm. e 39-45 µm alt. Plantas femininas com cistocarpos subterminais, quase esféricos, 380-510 µm diâm., com 2 lóculos e 2 poros pequenos. Pericarpo de 3-5 camadas de células, alas formadas pela margem da pina fértil, com agrupamento de "rizines" nas margens; carpósporos medindo 14-25 µm diâm. x 30-44 µm alt., terminais nos gonimoblastos. Espermatângios em soros claros nas pinas e no ápice do eixo principal. Soros circulares ou alongados, podendo haver uma seqüência de várias manchas.

Habitat

Cresce nos recifes de arenito, calcário ou coralíneo, bem como em costões batidos quase sempre associada a *Ulva lactuca* Linnaeus, *Dictyopteris delicatula* Lamouroux, *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux, tendo como epífitas espécies do gênero *Ceramium*, *Griffithsia schousboei* Montagne e *Champia minuscula* Joly e Ugadim e *Fosliella* sp. Algumas amostras foram encontradas atiradas à praia.

MATERIAL ESTUDADO

Estado do Ceará: **Aracati**: Ponta Grossa, 24/6/1982, A.I. Kanagawa (SPF 24199) ⊖; **Paracuru**: Ponta de Paracuru, 12/7/1964, A.B. Joly (SPF 6108) ⊖ ♀, 8/8/1982, A.I. Kanagawa (SPF 24197) ♀. **Fortaleza:** Praia do Náutico, 9/7/1964, A.B. Joly (SPF 6110) ⊖; 3/7/1964, A.B. Joly (SPF 6106) o; 16/12/1980, Y. Ugadim (SPF 9034) o ⊖ ♀ ♂; Praia de Iracema, 13/12/1980, Y. Ugadim (SPF 9033) o ⊖ ♀ ♂; Ponta do Mucuripe, 26/6/1982, A.I. Kanagawa (SPF 24198) ⊖; **Mundaú**: Morro da Melancia, 21/7/1964, A.B. Joly (SPF 6107) ⊖; 22/7/1964, A.B. Joly (SPF 6109) ⊖; 22/7/1964, A.B. Joly (SPF 5809) ⊖.

Estado do Rio Grande do Norte: São Miguel do Gostoso, Ponta do Santo Cristo, 21/6/1982, A.I. Kanagawa (SPF 24181) ⊖; Natal: Ponta Negra, 21/12/1980, Y. Ugadim (SPF 9020) o ⊖ ♀ ♂; 10/8/1982, A.I. Kanagawa (SPF 24471) ⊖; Praia de Muriú, 29/5/1980, E.C. de Oliveira F.º (SPF 9048) o; Praia de Búzios, 16/6/1983, Y. Ugadim (SPF 24409) ⊖.

Estado da Paraíba: **João Pessoa**: Ponta do Bessa, 19/5/1977, F.A.F. Carvalho (SPF 9050) o ⊖ ♀; 19/12/1977, F.A.F. Carvalho (SPF 9051) ⊖; 31/7/1977, F.A.F. Carvalho (SPF 9049) ⊖; 29/4/1980, F.A.F. Carvalho (SPF 9346) (SPF 9056) o; Cabo Branco, 16/12/1980, A.I. Kanagawa (SPF 9344) o ⊖; Praia do Sol, 29/4/1980, A.I. Kanagawa ⊖; Barra do Gramame, 22/5/1982, A.I. Kanagawa (SPF 24192) o; Ponta do Seixas, 3/2/1980, A.I. Kanagawa (SPF 9058) o; 18/12/1980, F.A.F. Carvalho o; Praia do Poço, 16/5/1980, F.A.F. Carvalho e A.I. Kanagawa (SPF 9345) o; **Baía da Traição**, 1/6/1980, A.I. Kanagawa (SPF 9057, 9349) o ⊖ ♀; 22/11/1980, A.I. Kanagawa (SPF 9055) o ⊖; 23/11/1980; A.I. Kanagawa (SPF 9358, 9050) o ⊖ ♀; **Lucena**: Camaçãri, 25/4/1982, A.I. Kanagawa (SPF 24470) o.

Estado de Pernambuco: **Recife**: Praia da Boa Viagem, 10/3/1981, E.C. de Oliveira F.º (SPF 9931) o ♀; **Gaibu**: Praia de Gaibu, 10/12/1981, T. Kubo e Y. Ugadim (SPF 9370) o ⊖ ♀ ♂; Praia de Itarema, 3/9/1982, A.I. Kanagawa (SPF 24196) o; São José da Coroa Grande, 6/9/1982, A.I. Kanagawa (SPF 24194) o.

Estado de Alagoas: **Maragogi**: Praia de Peroba, 11/12/1981, Y. Ugadim e T. Kubo (SPF 9363) o ⊖; **Maceió**: Mirante das Sereias, 12/12/1981, Y. Ugadim e T. Kubo (SPF 9363) o ⊖ ♀ ♂.

Estado da Bahia: **Santa Cruz de Cabrália**, 26/11/1981, Y. Ugadim e T. Kubo (SPF 9975) o ⊖ ♀; Ponta Açu Torre, 29/11/1981, Y. Ugadim e T. Kubo (SPF 25073) o.

Estado do Espírito Santo: Portocel, 18/2/1984, G.J.P. Mitchell o.

FASES DO CICLO DE VIDA

Plantas sem estruturas de reprodução, femininas, tetraspóricas ou masculinas foram encontradas em todos os meses do ano em que coletas foram realizadas (Tabela I). Todas as fases do ciclo de vida foram encontradas no mês de dezembro para os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Alagoas (Figura 1). A maior parte das coletas foi realizada nos meses de julho e de dezembro, por se constituirem os meses de férias escolares.

TABELA I.- Fases do ciclo de vida e os meses do ano

Meses do ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	♂
	—	—	♀	—	♀	♀	♀	♀	—	—	♀	♀
	—	⊖	—	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	—	⊖	⊖
	—	o	o	o	o	o	o	o	—	—	o	o

ANÁLISIS DE SEIS POPULAÇÕES NATURAIS CONSIDERANDO-SE AS FASES DO CICLO DE VIDA E O TAMANHO DAS PLANTAS

Nesta análise foram considerados tamanho das plantas e estádio de desenvolvimento das estruturas de reprodução de populações dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Alagoas.

Foram examinadas 136 plantas provenientes de material atirado à praia, Praia de Iracema, Fortaleza, CE. Nesta amostragem foram encontradas plantas medindo de altura, de 5 a 11 cm, sendo as plantas sem estruturas de reprodução e plantas tetraspóricas sempre maiores e mais exuberantes que as gemetofíticas. A maior parte das plantas apresentaram-se com tetrasporângios (Tabela II).

TABELA II.- Praia de Iracema, Fortaleza (CE) 13/12/1980 (SPF 9033). Material atirado à praia.

Fases do ciclo de vida	N° de plantas	Altura média	Altura máxima	%
o	46	5,7 cm	10,0 cm	33,8
⊖	80	8,0 cm	11,0 cm	58,8
♀	9	5,7 cm	5,0 cm	6,6
♂	1	5,0 cm	5,0 cm	0,7
	T 136			

Da Praia do Náutico, Fortaleza, CE, foram coletadas 178 plantas presas ao substrato. Nesta amostra também foram encontradas a maior porcentagem de plantas tetraspóricas (Tabela III). Nesta mesma praia foi realizada uma outra amostragem, em um local diferente, de 176 plantas (Tabela IV).

TABELA III.- Praia do Náutico, Fortaleza (CE) 16/12/1980 (SPF 9035) plantas coletadas presas ao substrato.

Fases do ciclo de vida	N° de plantas	Altura média	Altura máxima	%
o	19	5,0 cm	10,0 cm	10.6
θ	116	8,4 cm	14,0 cm	65.1
♀	41	6,5 cm	9,0 cm	23.0
♂	2	5,0 cm	5,0 cm	1.1
	T 178			

TABELA IV.- Praia do Náutico, Fortaleza (CE) 18/12/1980 (SPF 9034) coletadas presas ao substrato.

Fases do ciclo de vida	N° de plantas	Altura média	Altura máxima	%
o	35	5.4 cm	6,0 cm	19.8
θ	127	7.1 cm	9,0 cm	72.1
♀	10	5.2 cm	8.0 cm	5.6
♂	4	4.5 cm	5,0 cm	2.3
	T 176			

Em Ponta Negra, Natal, RN, realizou-se uma coleta através de raspagem de todas as plantas de uma faixa vertical de 20 cm de largura. Obteve-se uma amostra de 756 plantas de 5 a 13 cm de altura. Nesta amostra verificam-se uma porcentagem bem maior de plantas sem estruturas de reprodução, que nas outras analisadas anteriormente (Tabela V).

TABELA V.- Ponta Negra, Natal (RN) 21/12/1980 (SPF 9020) Coleta realizada através de raspagem de uma faixa vertical de 20 cm de largura.

Fases do ciclo de vida	N° de plantas	Altura média	Altura máxima	%
o	576	4,5 cm	5,0 cm	76.0
o	173	9,7 cm	13,0 cm	23.0
o	5	5,5 cm	6,0 cm	0.6
♂	2	5,0 cm	6,0 cm	0.4
	T 756			

Da Praia de Gaibu, no Estado de Pernambuco foi estudada uma amostra de 950 plantas cujas as alturas variaram de 3 a 5 cm, obtida através de coleta de uma faixa de 20 cm de largura em toda extensão vertical da população. Nesta população tambén as plantas sem estrutura de reprodução se apresentam com uma porcentagem bem alta (Tabela VI). Da mesma forma uma outra população do Estado de Alagoas foi estudada tendo sido verificada a presença de plantas sem estrutura de reprodução em porcentagem bem maior (Tabela VII).

TABELA VI.- Praia de Gaibu (PE) 10/12/1981 (SPF 9370). Coleta realizada através de raspagem de uma faixa vertical.

Fases do ciclo de vida	Nº de plantas	Altura média	Altura máxima	%
o	860	3,0 cm	3,0 cm	90,5
⊖	32	4,5 cm	5,0 cm	3,3
♀	11	3,5 cm	4,0 cm	1,2
♂	47	3,0 cm	4,0 cm	4,9
	T 950			

TABELA VII.-Mirante das Sereias, Maceió (AL) 12/12/1981 (SPF 9363). Material coletado através de raspagem de uma faixa vertical.

Fases do ciclo de vida	Nº de plantas	Altura média	Altura máxima	%
o	764	3,5 cm	5,5 cm	58,9
⊖	381	4,8 cm	10,5 cm	29,3
♀	43	3,9 cm	5,0 cm	3,4
♂	108	2,8 cm	4,5 cm	8,3
	T 1.296			

Estes estudos foram realizados em uma mesma época ao longo de uma faixa do litoral do nordeste brasileiro. Verifica-se que a medida que se dirige para o sul as populações se apresentam com plantas menores e quase sempre mostrando uma maior frequência de plantas sem estrutura de reprodução.

COMENTARIOS TAXONÔMICOS

Gelidium coarctatum Kuetzing foi descrita em 1868 com base no material coletado no Estado de Pernambuco. O autor apresenta duas figuras, uma de aspecto geral, muito semelhante a alguns exemplares, das plantas de nossas amostras, e outra de detalhe de um ramo cistocárpico també com aspecto similar ao de plantas femininas por nós estudadas. A descrição é breve mas caracteriza perfeitamente a espécie. Além de Martens (1870) que cita a espécie para o Brasil com base na descrição original, os autores mais modernos sempre mencionaram a espécie como de ocorrência duvidosa para o Brasil (Taylor 1931, 1960; Oliveira Fº, 1977).

Williams e Blomquist (1947) faz uma pequena descrição de *Gelidium* sp. do nordeste brasileiro que concorda bem com as características das plantas nordestinas que ora identificamos como *G. coarctatum*.

Vários espécimes autênticos de táxons infragenéricos de *Gelidium* foram fotografados por Segi (1963) em museus e herbários da Europa. O

tipo e um exemplar de herbário de Weber van Bosse foram fotografados. As figuras apresentadas retratam perfeitamente bem as nossas plantas, e assim, não temos duvidas de que as plantas estudadas são aquelas descritas como *G. coarctatum*.

Carvalho (1983) menciona a ocorrência da espécie para o Estado da Paraíba, utilizando o binômio *Gelidium corneum* (Hudson) Lamouroux, uma vez que constatou a presença de cistocarpos biloculares nas plantas anteriormente identificadas como *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret.

A espécie foi encontrada em quase todos os Estados do nordeste (Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia), crescendo em abundância, sempre férteis, enquanto no norte do Estado do Espírito Santo só foram encontradas plantas pequenas e quase sempre estéreis, ocorrendo em forma de tufos, não constituindo faixas contínuas como acontece nos Estados mais ao norte.

Pterocladia capillacea (Gmelin) Bornet et Thuret. Notes algol. 1, p. 67. 1876.

Lectotipo: Na ausência do material: ilustração original, p. 146 de Gmelin 1768, pl. 15, fig. 1 - Mar Mediterrâneo.

Basiônimo: *Fucus capillaceus* Gmelin, Hist. Fuc. p. 146. 1768.

Referências para o Brasil: Joly 1951 (PR); Mattos 1952 (PR); Costa 1962 (RJ); Cordeiro-Marino 1972 (SC); Baptista 1974 (RS); Oliveira F.º 1977 (ES); Baptista 1977 (RS); Cordeiro-Marino 1978 (SC); Martius *et al.* 1833, como *Sphaerococcus corneus* var. *pinnatus*; Taylor 1931 (RJ), como *Gelidium supradecompositum* Kuetzing; Martens 1870 e Taylor 1931 (RJ), como *Gelidium corneum* var. *pinnatum* Turner; Moebius 1890, como *Gelidium capillaceum* (Gmelin) Kuetzing; Joly 1957 (SP), Baptista 1974 (RS) e Ugadim 1974 (PR, SP), como *Pterocladia pinnata* (Hudson) Papenfuss.

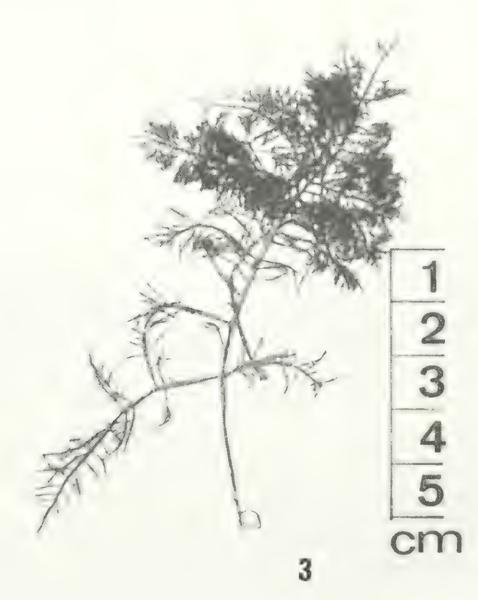
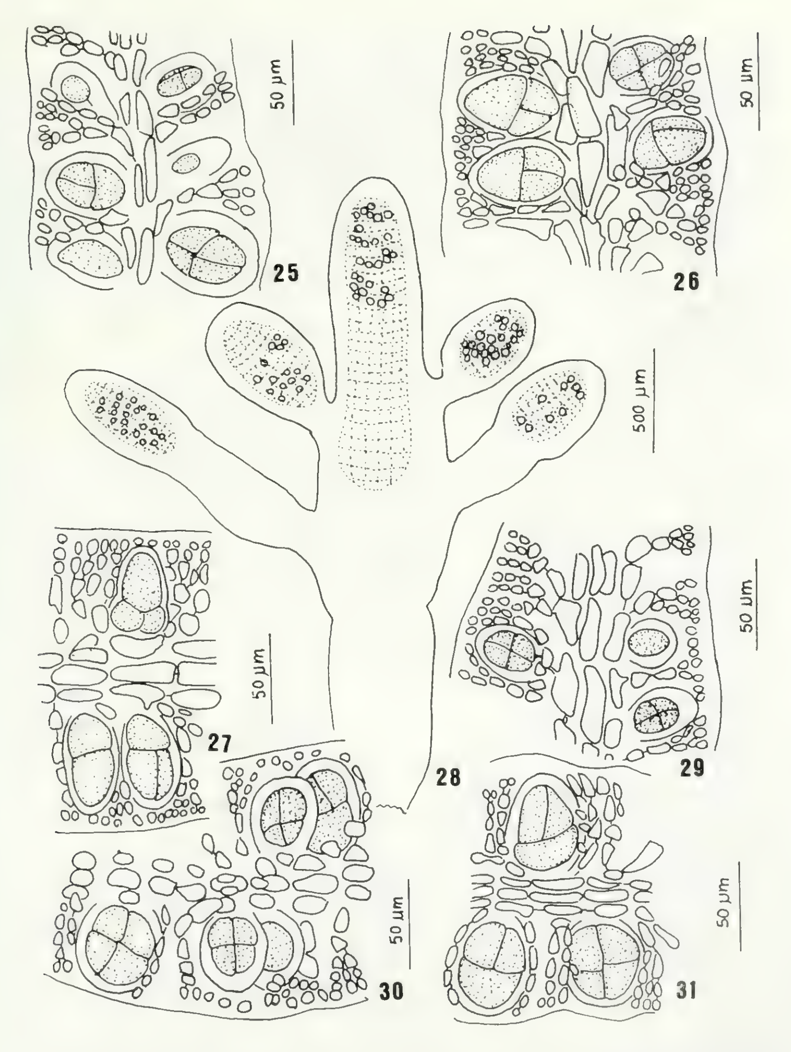
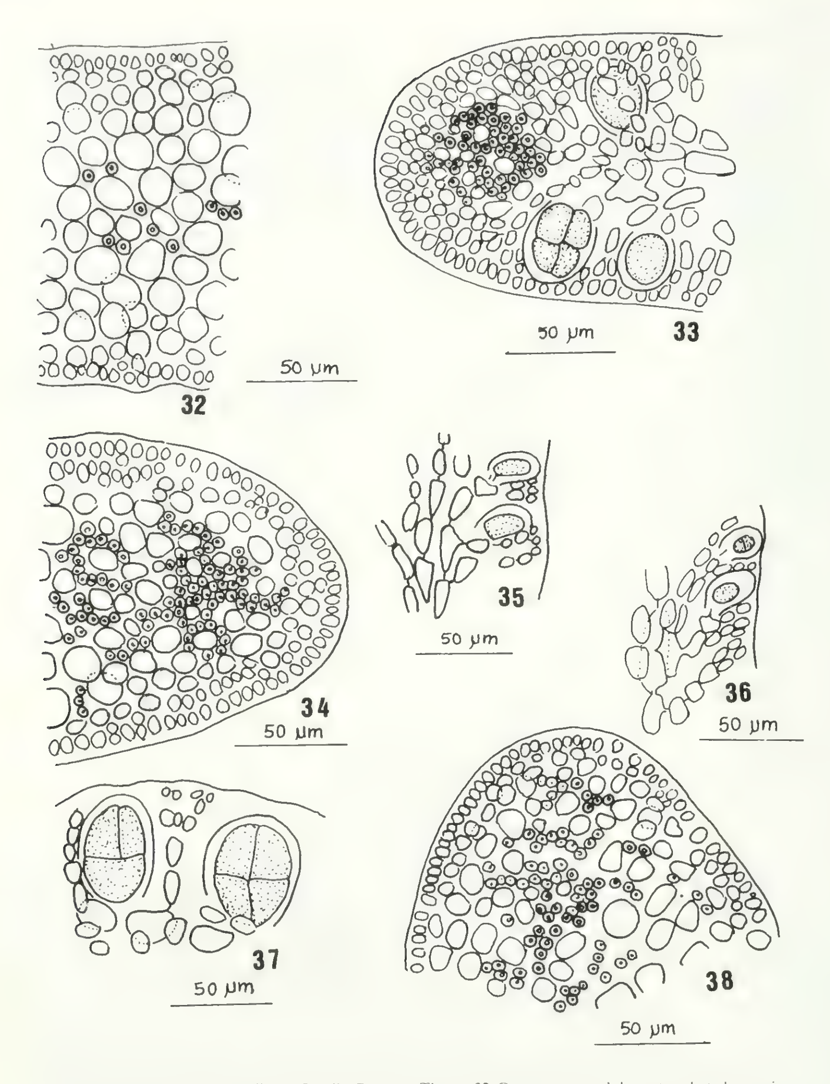


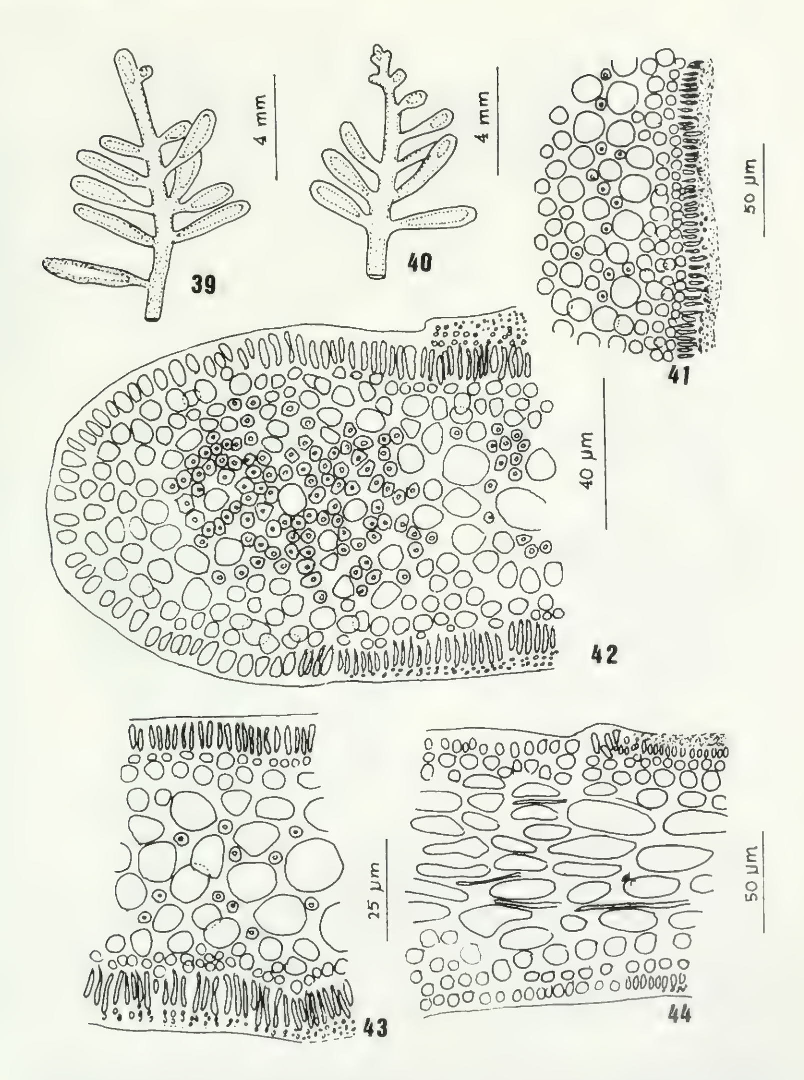
Figura 3. *P. capillacea* Aspecto geral.



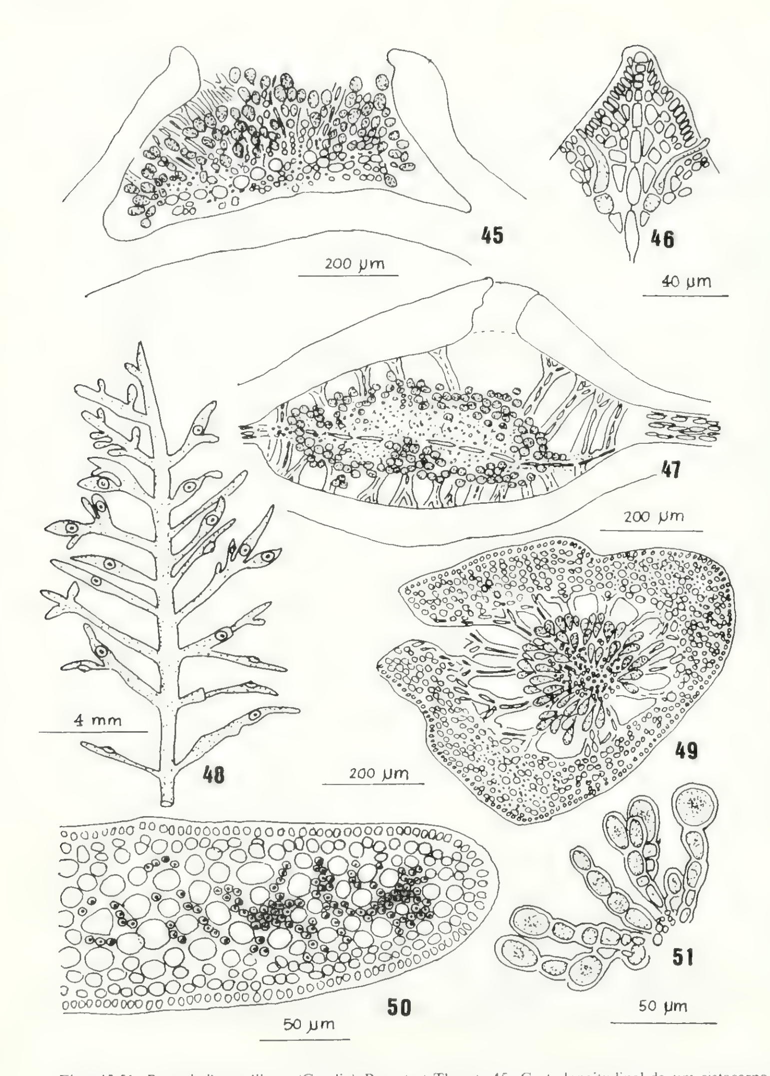
Figs. 25-31. *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret. 25, 26 e 29. Corte longitudinal de râmulos com tetrasporângios. 27. Corte longitudinal de um râmulo com tetrasporângios, na parte menos apical que das figuras anteriores. 28. Ramo fértil con râmulos tetraspóricos. 30 e 31. Râmulos com tetrasporângios, em corte transversal. Figuras 25 e 30 - Guarapari, ES (SPF 9079). Figuras 26, 27, 29 e 31 - Praia da Tainha, Porto Belo, SC (SPF 9071). Figura 28 - Praia dc Peruíbe, SP (SPF 9160).



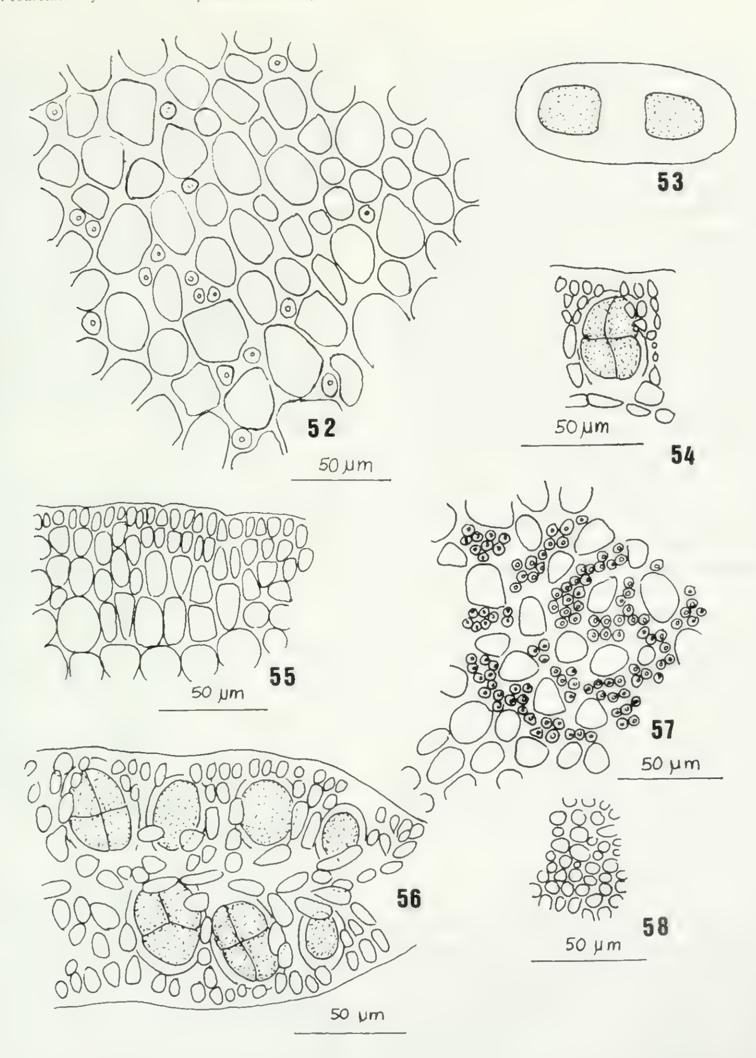
Figs. 32-38. *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret. 32. Corte transversal de parte achatada e mais velha do talo; porção mediana do corte. 33. Corte transversal da pina com tetrasporângios. 34. Corte transversal da fronde na parte achatada, margen da lâmina. 35 e 36. Corte longitudinal da pina fértil, mostrando detalhes da formação de tetrasporângios. 37. Parte de um corte transversal de uma pina com tetrasporângios. 38. Parte do eixo cilíndrico em corte transversal. Figuras 32-34 e 38 - Praia de Peruíbe, Itanhaém, SP (SPF 9160). Figuras 35 e 37 - Guarapari, ES (SPF 9079). Figura 36 - Praia da Tainha, Porto Belo, SC (SPF 9071)



Figs. 39-44. *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret. 39-40. Ramos férteis masculinos como soros de espermatângios. 41-43. Cortes transversais de râmulos férteis masculinos. 44. Corte longitudinal de uma pina fértil masculina. Todas as figuras - Guarapari, ES (SPF 9079)



Figs. 45-51. *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret. 45. Corte longitudinal de um cistacarpo, mostrando carpósporos formados em série; desenho esquemático. 46. Corte longitudinal de um ápice fértil, mostrando a organização do talo e os carpogônios. 47. Desenho esquemático de um cistocarpo em corte longitudinal. 48. Ramo como cistocarpos. 49. Corte transversal de um cistocarpo. 50. Corte transversal de um râmulo; margem do corte. 51. Detalhe do carpoesporófito. Figs. 45-48 e 50 - Guarapari, ES (SPF 9079). Figuras 49 e 51 - Praia dos Fornos, Cabo Frio, RJ (SPF 2157).



Figs. 52-58. *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret. 52. Corte transversal ao eixo principal, detalhe da região medular com poucas "rizines", veja a explicação da figura 53. 53. Desenho esquemático de um corte transversal da porção inferior de eixo principal. A parte pontilhada apresenta uma concentração maior de "rizines" que a parte medular central. 54. Detalhe de um tetrasporângio, em corte transversal de uma pina tetraspórica. 55. Detalhe da região cortical, em corte transversal, de uma porção achatada inferior. 56. Corte transversal de uma pina fértil com tetrasporângios. 57. Detalhe da região medular com muitas "rizines", em corte transversal do talo, veja a explicação da figura 53. 58. Vista frontal das células superficiais. Todas as figuras - Ponta da Fruta, Vila Velha, ES (SPF 9065)

Plantas eretas de cor vermelha vinácea, formando tufos de 5 a 30 cm alt. Talo constituido por uma porção postrada cilíndrica fortemente aderida ao substrato e por eixos eretos cilíndricos na base e achatado acima. Ramos eretos ramificados pinadamente, nas porções superiores, dando à fronde forma triangular, na maioria dos casos. Ramos de primeira ordem, inferiores, repetindo a ramificação do eixo principal. Segmentos achatados de 0,5 a 2 mm de largura e 450 a 600 µm de espes. nas porções medianas da planta. Pinas de 370 a 450 µm de largo. e 100 a 200 µm de espes. Porçõe cilíndricas de 900 a 1125 µm de diâm. Talo, estruturalmente constituído de uma porção cortical de célula pequenas, ricas de cloroplastos de 12 µm diâm. e uma medular de células alongadas de 30 a 46 µm de comp. e 12 a 38 µm diâm. "Rizines" de 4 a 8 µm de diâm., em grande quantidade, principalmente na parte medular, nas porções cilíndricas da planta e abundantes nas margenes das porções achatadas e poucas na região medular. Tetrasporângios cruciadamente divididos, 37 a 67 µm de diâm. e 45 a 67 µm de alt., sendo ovalados ou esféricos, imersos na camada subcortical do ápice das pínulas de última ordem que se tornam mais escuras. Tetrasporângios dispostos sem ordem. Cistocarpos uniloculares fazendo saliencia alongada, no sentido do eixo das pinas, medindo 640 a 750 µm de comp., abrindo-se por um poro. Carpósporos numerosos, de 17 a 20 µm x 50 µm. Espermatangios formando soros claros na parte central das pínulas, deixando uma margem de células não férteis.

Habitat

Cresce, caracteristicamente, em costões rochosos formando bancos mais ou menos densos nos víveis inferiores da zona entre-marés, em locais onde há intensa movimentação da água, embora esteja onde há impacto directo e frontal das ondas. As populações são, razoavelmente homogêneas, não apresentando muita mistura como outras espécies de algas.

MATERIAL ESTUDADO

Estado do Espírito Santo: Guarapari, Praia da Virtude, 13/11/1978, Y. Ugadim (SPF 9075) o ⊖ ♀; 21/12/1978, Y. Ugadim (SPF 9079) o ⊖ ♀ ♂; Praia das Castanheiras, Y. Ugadim, 21/12/1979 (SPF 9079) ⊖ ♀ ♂; Ponta do Clube, 13/11/1978, E.C. de Oliveira F.º (SPF 9070) ⊖ ♀; **Ponta de Fruta**, 19/8/1978, E.J. de Paula (SPF 9064) o **Piúma**, Ilha do Gambá, 14/11/1978, Y. Ugadim (SPF 9155) o ⊖ ♀; Ilha do Cachorro, 14/11/1978, Y. Ugadim (9077) ♂; Ilha do Gambá, 18/8/1978, A.I. Kanagawa (SPF 9114) o; Ilha do Meio, 14/11/1978, E.J. de Paula e E.C. de Oliveira F.º (SPF 9076) ⊖; Ilha do Gambá, 14/11/1978, E.C. de Oliveira F.º (SPF 9072) ⊖ ♀; 9/5/1965, A.B. Joly e E.C. de Oliveira F.º (SPF 6537) ⊖; **Meiaipe**, 12/5/1964, A.B. Joly e E.C. Oliveira F.º (SPF-6538) ♂; **Marataízes**, 12/11/1978, Y. Ugadim (SPF 9074) o ⊖ ♀; 28/3/1983, E.J. de Paula e G.J.P. Mitchell (SPF 24300) ⊖; Agazinho, 28/3/1983, E.J. de Paula e G.J.P. Mitchell (SPF 24299) o ⊖.

Estado do Rio de Janeiro: Cabo Frio, Praia dos Fornos, 1/4/1965, A.B. Joly *et al* (SPF 2157) ♀; Praia do Peró, 31/3/1965, A.B. Joly *et al.* (SPF 2156) o⊖ ♀; 20/7/1968, Y. Yoneshigue (SPF 7677); Praia Rasa, 18/7/1981, Y. Yoneshigue (SPF 9220) ⊖; **Arrial do Cabo**, Enseada dos Anjos, 19/10/1979, Y. Yoneshigue (SPF 9108) o ⊖; Ilha de Cabo Frio, Saco do Inglês, 30/7/1981, Y. Ugadim (SPF 9176) o ⊖ ♀; Ilha dos Cardos, 10/7/1968, Y. Yoneshigue (SPF 7675) ♂; **Baía de Guanabara**; Ilha de Cotunduba, 11/1/1967, Y. Yoneshigue (SPF 7678) o ⊖; **Maricá** 02/1964, G. Barroso (SPF 6194) o ⊖; **Búzios**, Ponta do Pai Vitório, 28/1/1981, Y. Yoneshigue (SPF 9177) ⊖ ♀; (SPF 9080) ⊖ ♀ ♂; Angra dos Reis, 30/12/1978, I.Y. Ludewigs (SPF 9109) ⊖.

Estado de São Paulo: Ubatuba, Praia da Fortaleza, 14/2/1980, E. C. de Oliveira F.º (SPF 9073) o ⊖ ♀ ♂; 16/12/1976, E.J. de Paula (SPF 9078) ⊖ ♂; Praia Domingas Dias, 20/3/1969, I. Sazima (SPF 6733) ⊖ ♀ ♂; 4/4/1969, I. Sazima (SPF 5812) o ⊖ ♂; 20/3/1969, J. Semir (SPF 5811) ⊖; 20/3/1969, I. Sazima (SPF 5810) ⊖; 17/4/1969, I. Sazima (SPF 5813) ⊖; 20/3/1969, M. Sazima (SPF 5796) ⊖; 10/1968, E.C. de Oliveira F.º (SPF 4220) ⊖; Praia do Itaguá, 30/1/1980, F. Berchez (SPF 9107) ⊖; 09/1979, F. Berchez (SPF 9112) ⊖; 28/10/1981, F. Berchez (SPF 24069) ⊖; 23/8/1983, E.C. de Oliveira F.º e E.J. de Paula (SPF 24677) o ⊖ ♀ ♂; 5/1981, F. Berchez (SPF 9039) o ⊖; 10/1981, F. Berchez (SPF 9043) o ⊖ ♀ ♂; 6/1981, F. Berchez (SPF 9106) ⊖ ♀; 11/1983, F. Berchez (SPF 24703) ⊖ ♂; Praia da Lagoinha, 16/7/1957, A.B.

Joly (SPF 2151) ♂; Praia do Tenório, 12/7/1957, A.B. Joly (SPF 2150) ⊖; Praia Vermelha do Norte, 19/8/1961, A.B. Joly *et al.* (SPF 2153) ⊖; Praia da Lagoinha, 11/9/1962, A.B. Joly *et al.* (SPF 2154) ⊖ ♂, Praia do Lázaro, 3/7/1953, A.B. Joly (SPF 2159) ⊖; 3/7/1953, A.B. Joly (SPF 5363); Ilha Anchieta, Praia Grande, 14/3/1981, E.J. de Paula (SPF 9038) ⊖ ♀ ♂; 11/1974, Y. Ugadim (SPF 24704) o ⊖; **Guarujá**, Ilha de Santo Amaro, 12/10/1981, Y. Ugadim (SPF 9207) o ⊖ ♀ ♂; Praia das Astúrias, 18/9/1982, Y. Ugadim (SPF 9867) ⊖; Ilha Vitória, 1/2/1981, E.C. de Oliveira F.º (SPF 9042) o ⊖; **São Vicente**, Ilha Porchat, 5/5/1953, L. Tomasi (SPF 5363); **Itanhaém**, Ilha das Cabras, 27/7/1980, Y. Ugadim (SPF 9154) o ⊖; Praia de Peruíbe, 7/10/1979, Y. Ugadim (SPF 9110) o ⊖ ♀ ♂; 15/7/1980, Y. Ugadim (SPF 9113) ⊖; 26/7/1980, Y. Ugadim (SPF 9111) ⊖ ♀; 24/10/1981, Y. Ugadim (SPF 24067) ⊖ ♀; 19/10/1967, Y. Ugadim (SPF 1161) ⊖; 7/10/1977, Y. Ugadim (SPF 9066) ⊖ ♀.

Estado do Paraná: **Caiobá**, Ilha do Farol, 4/11/1950, A.B. Joly (SPF 890) ♀.

Estado de Santa Catarina: **Porto Belo**, Praia da Tainha, 24/9/1979, Y. Ugadim (SPF 9071) o ⊖ ♀ ♂; Praia da Conceição, 24/9/1979, Y. Ugadim (SPF 9115) o ⊖ ♀; 24/9/1979, Y. Ugadim (SPF 7651) ⊖; Praia do Araçá, 21/11/1978, E.J. de Paula (SPF 9059) o ⊖ ♀ ♂; Praia do Mariscal, 24/9/1979, Y. Ugadim (SPF 9060) ⊖ ♂; Bombas, 2/11/1979, Y. Ugadim (SPF 9067) ⊖ ♂; **Imbituba**, 23/9/1979, Y. Ugadim (SPF 9116) o ⊖ ♀ ♂; Praia da Vila, 22/9/1979, Y. Ugadim (SPF 9069) ⊖ ♂; **Laguna**, Cabo de Santa Marta, 22/9/1979, Y. Ugadim (SPF 9062) ⊖ ♀ ♂; 21/9/1979, Y. Ugadim (SPF 9063) ⊖ ♀ ♂; 5/11/1952, A.B. Joly (SPF 5360) ⊖; 5/11/1952, A.B. Joly (SPF 5360) ♀; 5/11/1962, A.B. Joly (SPF 5673) ⊖; **Celso Ramos**, Gancho de Fora, 13/11/1971, I. Sazima (SPF 4579) o ⊖; **Florianópolis**, Praia do Gravatá, 14/11/1971, I. Sazima (SPF 4578) ⊖; Itajaí, Praia das Cabeçudas, 11/11/1971, I. Sazima (SPF 4577); **Garopaba**, Pedra do Linguado, 22/9/1979, Y. Ugadim (SPF 9068) ⊖ ♀ ♂; **Penha**, Praia do Poá, 10/2/1971, M.C. Marino (SPF 5306).

COMENTÁRIOS TAXONÔMICOS

De acordo com Dixon e Irvine (1977) a espécie foi descrita por Gmelin (1768) com base no material do Mar Mediterrâneo e a figura 1 da prancha do autor foi considerada uma boa apresentação da espécie.

Santelices (1977) referiu como sinônimos facultativos da espécie os seguintes: *Gelidium capillaceum* (Gmelin) Kuetzing; *Gelidium pyramidale* Gardner, *Pterocladia pyramidale* (Gardner) Dawson, *P. densa* Okamura, *P. tenuis* Okamura, *G. okamurai* (Setchell et Gardner) Taylor, *P. mexicana* Taylor, *P. robusta* Taylor e *P. complanata* Loomis.

No Brasil, a espécie foi bastante estudada e tem sido citada por diversos autores com diferentes epítetos e combinações ao longo de todo o litoral. *G. Supradecompositum* Kuetzing, cuja localidade tipo é Brasil (RJ), citada como de referência duvidosa por Taylor (1931 e 1960) e Oliveira F.º (1977) foi mencionada como sinônimo de *P. capillacea* por Ugadim (1985). As algas referidas por Ferreira e Pinheiro (1966) para o Estado do Ceará e por Pinheiro-Vieira e Ferreira (1968) para os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Alagoas, certamente não pertencem a espécie. São plantas de *G. coarctatum* que ocorrem abundantemente na região e apresentam populações muito semelhantes às de *P. capillacea.*

Milhares de plantas foram examinadas e constatou-se a presença de todas as fases do ciclo de vida, durante o ano todo.

A espécie foi objeto de estudos, no Brasil, do ponto de vista ecológico e fisiológico e podemos citar como exemplo os trabalhos de Kinoshita (1973), Oliveira F.º e Sazima (1973) e Berchez (1985).

COMENTÁRIOS FINAIS

Dentre as Gelidiaceae que ocorrem no Brasil, as dus espécies podem ser consideradas plantas de grande porte, atingindo as maiores dimensões. Apresentam, a primeira vista, grande semelhança morfológica, mas algumas diferenças consistentes podem ser observadas, Tabela VIII. As espécies foram até há pouco tempo confundidas devido a grande similaridade apresentada pelas populações naturais ocupando, quase sempre, o mesmo tipo de habitat e possivelmente devido ao estudo de amostras pequenas, quando plantas femininas não foram encontradas. Além da forma do cistorcarpo, a diferença mais significativa pode ser considerada a sua distribuição ao longo do litoral brasileiro, Figura 1 e Tabela VIII.

TABELA VIII.- Caracteres morfo-anatômicos e distribuição no litoral brasileiro.

		G. coarctarum	*P. capillacea*
Dimensões da planta	altura largura espessura	2 — 17,5 cm até 2 mm 160 — 220 µm	5 — 30 cm até 2 mm 450 — 600 µm
Tetrasporângios	θ menor θ maior distribuição	20 — 35 µm 39 — 50 µm regular	37 — 67 µm 45 — 67 µm irregular
"Rizines"	diâmetro distribuição	2 — 4 µm subcortical + medular	4 — 8 µm medular
Padrão de ramificação		pinado ramos desde a base	pinado sem ramos nas partes inferiores
Cistocarpo	forma dimensão	esférica bilocular θ 380 — 540 µm	alongada unilocular 640 — 750 µm comp.
Distribuição no litoral do Brasil		CE, RN, PB, PE, AL, BA e ES	ES, RJ, SP, PR, SC e RS

G. coarctatum foi encontrada em quase todos os Estados do nordeste (Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba, Alagoas e Bahia), crescendo em abundância, sempre férteis, como plantas cistocárpicas, masculinas e tetraspóricas (Tabelas II, III, IV, V, VI, VII e VIII; Figura 1). No norte do Estado do Espírito Santo só foram encontradas pequenas plantas estéreis, formando pequenos tufos, não constituindo faixas contínuas como acontece nos Estados mais ao norte.

P. capillacea não foi encontrada nos Estados nordestinos acima mencionados. A espécie foi encontrada mais ao sul do Estado do Espírito Santo, crescendo exuberantemente, formando faixas contínuas em vários locais, e isto se repete no litoral de todos os Estados do sudeste e sul brasileiro. O limite sul de distribuição de *G. coarctatum* é coincidente com o limite norte de distribuição de *P. capillacea*. Parece haver uma substituição de uma espécie pela outra ao norte e ao sul, a partir do norte do Estado do Espírito Santo.

BIBLIOGRAFIA

BAPTISTA, L.R.M. 1974. Flora Marinha de Torres (Rio Grande do Sul). Porto Alegre. Univ. Fed. do Rio Grande do Sul, 277 (Tese de Livre-Docência), Departamento de Botânica, Instituto de Biociências.

BAPTISTA, L.R.M. 1977. Flora Marinha de Torres (Chlorophyta, Xanthophyta, Phaeophyta e Rhodophyta). Inst. Biociênc. Porto Alegre, sér. Bot. 7: 1-244.

BERCHEZ, F.A.S. 1985. Aspectos de ecologia e biologia da alga agarófita *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta-Gelidiaceae). São Paulo, USP. 130 p. (Dissertação de Mestrado), Departamento de Botânica, Instituto de Biociências.

CARVALHO, F.A.F. 1983. Bionomia bêntica do complexo recifal no litoral do Estado da Paraíba, com ênfase nas macrófitas. São Paulo, USP, 184 p. (Tese de Doutorado), Instituto Oceanográfico.

CORDEIRO MARINO, M. 1972. Rodofíceas marinhas do Estado de Santa Catarina. São Paulo, USP, 491 p. (Tese de Doutorado), Departamento de Botânica, Instituto de Biociências.

CORDEIRO-MARINO, M. 1978. Rodofíceas bentônicas marinhas do Estado de Santa Catarina. Rickia 7: 1-243.

COSTA, H.R.DA. 1962. Note preliminaire sur les peuplements intercotidaux de substrat dur du littoral do Rio de Janeiro. Recl. Trav. Stn. mar. Endoume, 2(42): 197-207.

DIXON, P.S. and IRVINE, L.M. 1977. Seaweeds of the British Isles. Part 1. Introduction, Nemalionales, Gigartinales. England: Staples, Print. Limited, at the George Press, Kettering, Northamptonshire 252 p.

FAN, K.C. 1961. Morphological studies of Gelidiales. Univ. Cal. Publ. Bot 32(5) 315-368.

FERREIRA, M.M. e PINHEIRO, F.C. 1966. Primeira contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do nordeste brasileiro. Arq. Est. Biol. mar. Univ. Fed. Ceará, Fortaleza, 6 (1): 59-66.

GMELIN, S.G. 1768. História fucorum. Petropoli 4 pl. 239 p. 35 pl.

JOLY, A.B. 1951. Contribuição para o conhecimento da flora algológica do Estado do Paraná. Bolm Inst. Oceanográfico. Sao Paulo, 2(1): 125-138.

JOLY, A.B. 1957. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha de Baia de Santos e arredores. Bolm Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, São Paulo, ser. Bot. 14: 1-196.

KINOSHITA, L.S. 1973. Estudos sobre a produção primaria de algas bentônicas. I *Pterocladia capillacea* (Gelidiaceae-Rhodophyta). São Paulo, USP, 70. (Dissertação de Mestrado), Departamento de Botânica, Instituto de Biociências.

KUETZING, F.T. 1868. Tabule phycologicae, oder abildungen der Tange, Nordhausen, 18: i + 35 p. + 100 pr.

MARTENS, G. von. 1870. Conspectus algarum Brasiliae hactemus detectarum. Videnk. Meddr. dansk. naturh. Foren, Kjobenhavn, 2(18/20): 297-314.

MARTIUS, K.F.P. von, ESCHWEILLER F.G. e ESEMBECK, C.G.N. von., 1833. Flora Brasiliensis seu enumeratio plantarun in Brasilia. 1, 1: iv + 390 p. (algae 1-50) 8 v. Stuttgart et Tubingen.

MATTOS, A. 1952. Notas sobre as algas do litoral paranaense. Archos Mus. Paraná, 9: 245-260.

MOEBIUS, M. 1890. Algae brasiliensis a cl. Dr. Glaziou collectae. Notarisia, Veneza, 5(20): 1065-1090.

OLIVEIRA F.º, E.C. DE. 1977. Algas marinhas bentônicas do Brasil, São Paulo, USP, 407 p. (Tese de Livre-Docêncía), Departamento de Botânica, Instituto de Biociências.

OLIVEIRA F.º, E.C. DE e SAZIMA, I.P. 1973. Estudos sobre biologia de algas agarófitas, I: recolonização, brotamento, fenologia em populações naturais de *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta-Gelidiaceae). Bolm Zool. Biol. Mar., N.S. Sao Paulo, 30: 677-690.

PINHEIRO-VIEIRA, F. e FERREIRA, M.M. 1968. Segunda contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do nordeste brasileiro. Arq. Est. Biol. mar. Univ. Fed. Ceará, Fortaleza, 8(1): 75-82.

SANTELICES, B. 1977. A taxonomic review of Hawaiian Gelidiales (Rhodophyta). Pacif. Sci. 31(1): 61-84.

SEGI, T. 1963. The type of authentic specimens de *Gelidium* in Europa, Rep. Fac. Fish., Mie, 4: 509-525.

TAYLOR, W.R. 1931. A synopsis of the marine algae of Brasil. Rev. Algol, Paris, 5(3/4): 279-313.

TAYLOR, W.R. 1960. Marine algae of eastern tropical and subtropical coast of the americas. Ann Arbor, Univ. Mich., Press, 21: 1-870, pl. 1-80.

UGADIM, Y. 1974. Algas marinhas bentônicas do litoral sul do Estado de São Paulo e do litoral do Estado do Paraná. 3. Divisao Rhodophyta (1): Goniotrinchales, Bangiales, Nemalionales e Gelidiales. Bolm Botânica, Univ. S. Paulo, São Paulo, 2: 97-137.

UGADIM, Y. 1985. Estudos taxonômicos de *Gelidium* e *Pterocladia* (Gelidiaceae-Nemaliales-Rhodophyta) do Brasil. Sao Paulo, USP, 218 p. (Tese de Livre-Docência), Departamento de Botânica, Instituto de Biociências.

WILLIAMS, L.G. and BLOMQUIST, H.L. 1947. A collection of marine algae from Brasil. Bull. Torrey bot. Clu, New York, 74(5): 383-397.

III MICROALGAS

Gayana, Bot. 45 (1-4):227-234, 1988 ISSN 0016-5301

COMPOSIÇÃO MICROFITOPLANCTÔNICA EM VIVEIRO DE CULTIVO DE *PENAEUS JAPONICUS**

MICROPHYTOPLANKTON COMPOSITION IN PENAEUS JAPONICUS *CULTURE POND**

Dilma Bezerra Fernandes de Oliveira**

RESUMO

Este trabalho aborda aspecto quali—quantitativos do microfitoplâncton encontrado em um viveiro com camarão Peneído do "Projeto Camarão"/EMPARN, Natal/Brasil com o objetivo de conhecer a flora microfitoplanctônica, identificar especies mais representativas, determinar a biomassa do fitoplâncton e estudar as relações destes com as condições abióticas do local. As amostras foram coletadas quinzenalmente de março a junho/87 em duas estaçoes fixas em arrastos horizontais com rêde de nylon, malha de 65 µm. Os valores médios das condições abióticas foram: temperatura 29,1 °C; salinidade 28,1 ppt; oxigênio dissolvido 3,5 ml/l e pH 8,3. O microfitoplâncton mais representativo foi o grupo das diatomáceas Pennatae, que ocorreram durante todo o cultivo, seguido das cianofíceas, clorofíceas e dinoflagelados, sendo que os dois últimos não tiveram importância quantitativa. Os valores quantitativos foram dados através da abundância relativa (0,03 a 99,20%), número de cel/l (105 a 188.888 cel/l) e teor de clorofila α (2,9 a 29,2 mg/m³) onde as diatomáceas foram as microalgas mais abundantes. O viveiro presentemente estudado foi caracterizado como ecossistema eutrófico, devido a biomassa fitoplanctônica ter se apresentado elevada.

ABSTRACT

This paper deals with qualitative and quantitative aspects of microphytoplankton found in a penaeid shrimp pond of "Projeto Camarao/EMPARN", Natal/BRAZIL with the aim of studying the microphytoplanktonic flora, identifying the most representative species, determining the phytoplankton biomass, and studing the relationship of these parameters with the abiotic local conditions. The samples were collected fortnightly from March to June/87 in two fixed stations in horizontal drags with nylon net of 65 micra. The average values of the abiotic conditions were: temperature 29,1°C; salinity 28,1 ppt; dissolved oxygen 3,5 ml/l and pH 8,3. The most representative microphytoplanktonic group was Pennatae diatoms, wich occurred during all the shrimp cultivation, followed by Cianophycea, Chlorophycea and dinoflagelattes, although the last two groups did not show a quantitative importance. The quantitative values were presented through relative abundance (0,03 to 99,2%), number of cells per liter (105 a 188.888 cel/l) and clorophyl α (2,9 to 29,2 mg/m³) in which the diatoms were the most abundant microlgae. The studied pond was characterized as an eutrophic ecosystem due to its high phytoplanktonic biomass.

KEYWORDS: Microphytoplancton, culture pond, *Peneus*, biomass.

*Trabalho desenvolvido com recursos da EMBRAPA
**Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte — EMPARN
Av. Prudente de Morais, 836
Cx. Postal 188
59.000 — Natal / RN

INTRODUÇÃO

O Projeto Camarão — EMPARN, possui 27,0 Há de viveiros para criação de camarões Peneídeos, constituídos de 26 viveiros assim distribuídos: 12 experimentais e 14 para maturação e engorda. O viveiro presentemente estudado tem 1,0 Há de área e foi abastecido através de bombeamento de água oriunda do estuário do rio Potengi.

Normalmente, em viveiros de cultivo de organismos aquáticos aumenta—se a quantidade de nutrientes através da adição de fertilizantes (Rappaport e Sarig, 1978; Stickney et al, 1979; Joseph, 1981).

Portanto, foi adicionado fertilizante orgânico (esterco de aves) e inorgânico (uréia e superfosfato triplo), para um consequente aumento na biomassa fitoplanctônica.

Desse modo, foram abordados os aspectos quali—quantitativos do fitoplâncton como tambén os parâmetros abióticos, com a finalidade de relacioná—los com a distribuição e variação desses organismos, conhecer a flora microfitoplanctônica, identificar as especies mais representativas e determinar a biomassa do fitoplâncton.

MATERIAL E METODOS

As amostras foram coletadas quinzenalmente em duas estações fixas (próximas as comportas de entrada — Est. 1 e saída d'água — Est.2), através de arrastos horizontais utilizando—se rêde de nylon, com malha de 65 µm, resultando um total de 12 amostras, durante o período de março a junho/87.

A análise qualitativa foi realizada com auxílio de um microscópio Olympus—CBA.

A identificação das espécies de Bacillariophyceae esteve baseada, principalmente nos trabalhos de Péragallo e Péragallo (1897—1908), Cupp (1943), Eskinazi Leça (1976) e Silva (1982).

Para o estudo da avaliação quantitativa, foi utilizado o método de contagem de células, onde o volume de água filtrada foi calculado considerando o comprimento do arrasto e o diâmetro da boca da rêde.

A abundância relativa das espécies foi calculada considerando o número de organismos contados em relação ao total encontrado na subamostra de 0,5 ml, na qual foi utilizada a seguinte escala de representação:

- < 5% = rara
- 5⊢30% = pouco abundante

TABELA I.- Abundância relativa do principais componentes de microfitoplâncton do viveiro 03

ESPÉCIES	1987											
	11/03		27/03		09/04		22/04		06/05		21/05	
	Est.1	Est.2	Est.1	Est.2	Est.1	Est.2	Est.1	Est.2	Est.1	Est.2	Est.1	Est.2
BACILLARIOPHYCEAE												
Amphiprora sp.	–										2,60	
Bacillaria paradora	—	—	—				—	—	0,50	2,60	—	2,50
Chaetoceros lorenzianus	—	0,11	—		-							–
Chaetoceros sp.	—	0,05	—			33,30						-
Coscinodiscus sp.	0,04	—	9,80	9,10	—	—	—	3,40	—	0,60	—	—
Cylindrotheca closterium	98,66	99,20	—	9,10	—	—	5,40	—	2,00	—	23,70	3,80
Pleurosigma/Gyrosigma	—	—	9,80	9,10	—	33,30	—	10,30	11,40	8,00	13,70	18,00
Diatomáceas Pennatae	1,30	0,50	37,20	63,60	50,00	33,40	44,60	69,10	40,20	77,40	23,20	34,60
CHLOROPHYCEAE												
Cloroficea não identificada	—	0,03	—	9,10	—	—	3,60	—	5,00	1,40	1,00	—
CYANOPHYCEAE												
Oscillatoria sp.	—	—	41,20	—	—	—	46,40	17,20	40,90	10,00	35,80	41,10
DINOPHYCEAE												
Ceratium sp.	—	—	2,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Peridimuim sp.	—	0,11	—	—	50,00		·					

- 30⊢ 50% = abundante
- ≥ 50% = muito abundante

Para o estudo do teor de clorofila α, foi utilizado a análisis espectrofotométrica seguindo—se a metodologia descrita por Strickland e Parsons (1965) e UNESCO (1966).

RESULTADOS

As Bacillariophyceae (diatomáceas) do tipo Pennatae se destacaram como a classe mais importante do microfitoplâncton, com percentuais variando de 50,0 a 99,2%, sendo muito abundantes. As espècies *Amphiprora sp., Bacillaria paradoxa, Chaetoceros lorenzianus, Coscinodiscus sp.* apresentaram percentuais inferior a 10,0%, sendo portanto pouco abundantes. (Tabela I e Figura 1).

As Cyanophyceae (cianofíceas) apresentaram percentuais variando de 10,0 a 46,0% (Tabela I e Figura 1). Ocorrendo apenas o gênero *Oscillatoria sp.*

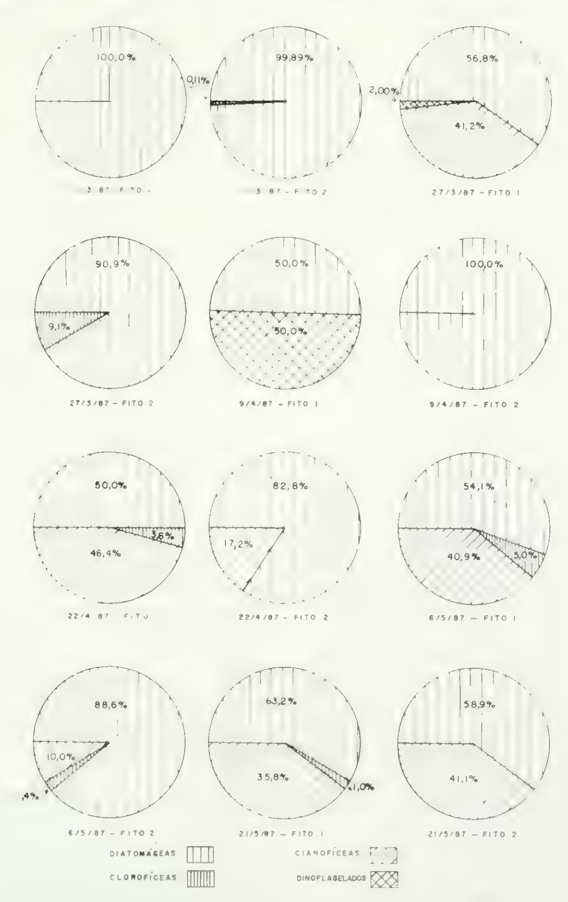


Fig. 1. Abundância relativa das principais classes do microfitoplãncton do viveiros 3.

As Dinophyceae (dinoflagelados) e Chlorophyceae (clorofíceas) apresentaram percentuais variando respectivamente de 0,11 a 50,0% e 0,03 a 9,1% (Tabela I e Figura 1). Os dinoflagelados estiveram representados por dois gêneros: *Ceratium sp.* e *Peridinium sp* e as clorofíceas foram classificadas apenas a nível de classe.

Os valores de oxigênio dissolvido variaram de 3,3 a 3,7 ml/1, sendo o menor valor registrado em abril e o maior valor no mês seguinte.

O pH encontrado teve uma pequena variação de 8,2 a 8,4, sendo o menor valor registrado em abril e o maior valor em março.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A composição microfitoplanctônica do viveiro de cultivo de camarão Peneído da Unidade de Pesquisa Projeto Camarão, esteve constituida principalmente pelas diatomaceas Pennatae sendo consideradas as mais importantes microalgas do ambiente estudado, com ocorrência predominante durante todo o cultivo.

A fertilização do viveiro com adubo orgânico uma semana antes do povoamento, ocasionou um "bloom" da espécie *Cylindrotheca closterium*, corroborando dessa maneira com as idéais desenvolvidas por Weber apud Henry et al, 1983, nos seus estudos de plâncton, na qual observou que existia uma relação direta entre fitoplâncton e condições nutritivas do ambiente.

As cianofíceas estiveram bem representadas pelo gênero *Oscillatoria sp.*, o que não ocorreu em viveiros de cultivo de peixe estudado por Koening (1983) onde o gênero *Anabaenopsis sp.* teve representatividade expressiva, chegando algumas vezes a dominar a população fitoplanctônica.

Os dinoflagelados e as clorofíceas desempenharam papel secundário sem importância quantitativa, confirmando os resultados observados por Oliveira, 1985 em trabalho de avaliação da produção primaria do estuário do rio Potengi, fonte de abastecimento do viveiro em estudo.

As características hidrológicas do local estudado exerceram influências diretas sobre os aspectos qualitativos e quantitativos do fitoplâncton.

Durante o estudo foi observado uma estabilidade térmica podendo ser considerado um dos fatores no grau de homogeneidade das populações fitoplanctônicas.

A variação de salinidade esteve associada principalmente com os índices de precipitações pluviométricas, onde foi registrado um decréscimo da salinidade em torno de 6 ppt de março para abril, devido a alta pluviosidade, coincidindo exatamente com os valores mínimos tanto no número de cel/1 dos organismos microfitoplanctônicos, como no teor de clorofila α.

Foi verificada uma relação entre a concentração de clorofila α e o número de cel/1, durante quase todo o cultivo. Estudos realizados em Cananéia não apresentaram essa relação, tendo sido observado, em certos casos, que os maiores valores do número de cel/l não correspondiam aos valores mais elevados de clorofila α, Kutner (1972). Esta relação também não foi observada por Koening (1983). Porem apenas nos viveiros onde ocorreram grandes florescimentos de cianofíceas ou de microflagelados, o conteúdo da clorofila α foi bastante elevado.

A adição de fertilizantes em cultivo de organismos aquáticos, contribui para aumentar a concentração de sais nutrientes ocasionando, entretanto, o aumento da produção fitoplanctônica.

Isto foi observado por Koening (1983) em estudos realizados em viveiros de cultivo de peixes na Ilha de Itamaracá/PE, sendo portanto as concentrações de sais nutrientes suficientes para a manutenção de estoques fitoplanctônicos durante todo o ano, podendo o "Standing—stock" ser comparável aos encontrados em ambientes estuarinos.

O viveiro presentemente estudado foi caracterizado como ecossistema eutrófico, devido a biomassa fitoplanctônica ter se apresentado elevada, tendo em vista provalvemente, a influência das águas do canal de abastecimento, oriundo do estuário do rio Potengi, caracterizado como ecossistema eutrófico em pesquisa realizada por Oliveira (1985) como também ao grau de fertilização no viveiro.

Na contagem do número de células o valor mínimo encontrado foi de 105 cel/1 em 09/04/87 e o valor máximo foi de 188.888 cel/1 em 11/03/87 ambos na estação 2 (Tabela II e Figura 2).

TABELA II.- Variação quantitativa das principais classes do microfitoplâncton (cel/l) do viveiro 3.

CLASSES	DATA											
	11/03/87		27/03/87		09/04/87		22/04/87		06/05/87		21/05/87	
	Est.01	Est.02	Est.01	Est.02	Est.01	Est.02	Est.01	Est.02	Est.01	Est.02	Est.01	Est.02
•Diatomáceas	174.098	188.676	1.026	353	71	105	991	708	3.856	4.706	4.245	1.627
•Clorofíceas	—	35	—	35	—	—	71	—	354	71	71	—
•Cianofíceas	—	—	743	—	—	—	920	177	2.902	531	2.406	1.132
•Dinoflagelados	—	177	35	—	71					—	—	—
TOTAL	174.098	188.888	1.804	388	142	105	1.982	1.026	7.112	5.308	6.722	2.936

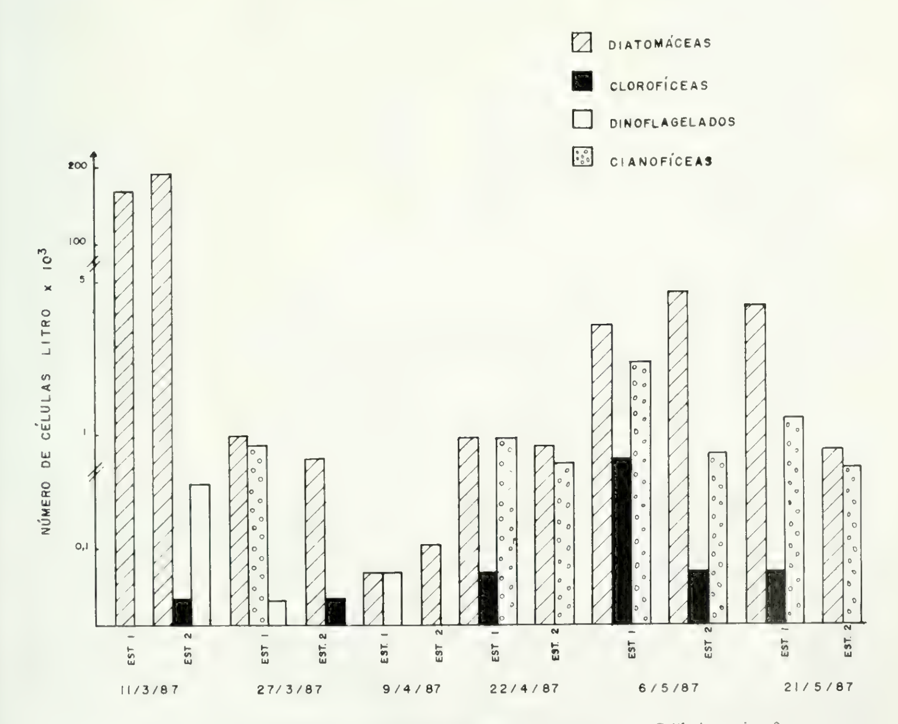


Fig. 2. Variação quantitativa das principais classes do microfitoplâncton (Cel/l) do viveiros 3.

Os valores do teor de clorofila α variaram entre 2,9 a 29,2 mg/m³. O menor valor ocorreu em 09/04/87 e o maior valor foi registrado em 11/03/87 ambos na estação 2 (Tabela III e Figura 3).

As característica abióticas do viveiro foram apresentados com os seguintes dados médios (Tabela IV e Figura 4).

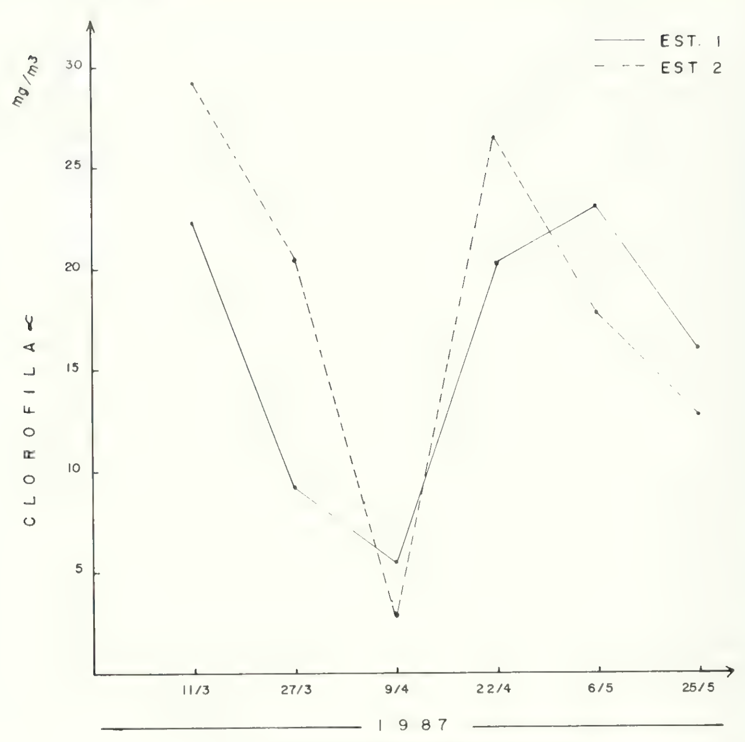


Fig. 3. Variação do contúdo de clorofila α do viveiros 3.

TABELA III.- Variação do conteúdo de clorofila α do viveiro 3.

DATA	ESTAÇÃO	CLOROFILA α mg/m³
11/03/87	1	22,3
	2	29,2
27/03/87	1	9,2
	2	20,6
09/04/87	1	5,5
	2	2,9
27/04/87	1	20,2
	2	26,5
06/05/87	1	22,9
	2	17,8
21/05/87	1	16,0
	2	12,8

A temperatura apresentou—se elevada com uma pequena variação térmica de 1,1°C. Os valores encontrados foram de 28,7 a 29,8°C, sendo o valor mínimo encontrado no mês de abril e o valor máximo no mes de março.

A salinidade indica que o estudo foi realizado em viveiro estuarino com valores variando de 25,3 a 32,8ppt. O valor mínimo foi encontrado no mês de maio e o valor máximo no mês de março.

AGRADECIMENTOS

Á Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pelo apoio financeiro para a realização dessa pesquisa, ao colega Sílvio Romero de Carvalho Coelho pelas críticas e sugestoes, ao colega Gerson Guedes de Moura e laborato-

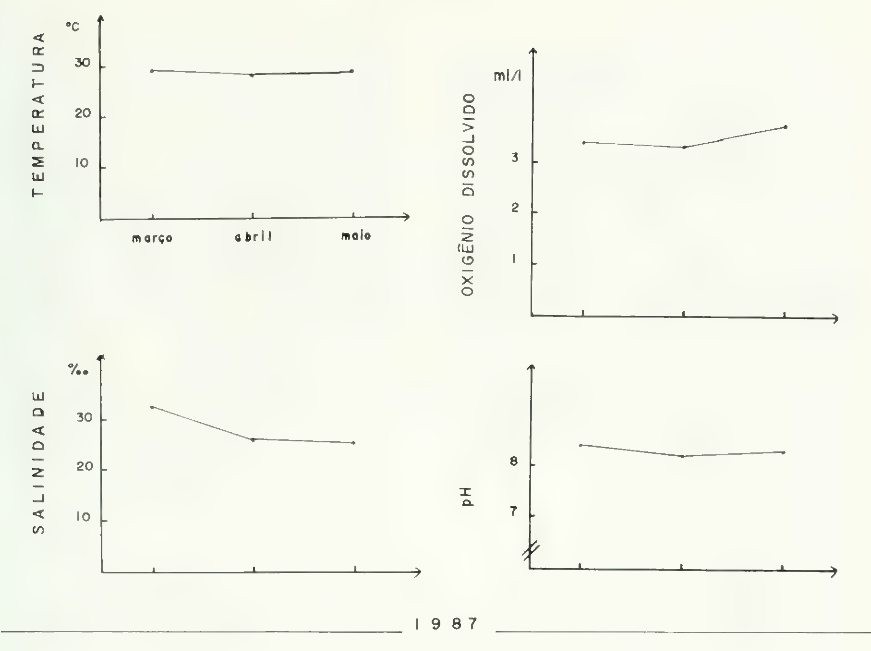


Fig. 4. Valores médios dos dados abióticos encontrados no viveiros 3.

TABELA IV.- Valores médios dos dados abióticos encontrados no viveiro 3

Meses	Temperatura °C	Salinidade ppt	Oxigênio ml/l	pH
Março	29,8	32,8	3,4	8,4
Abríl	28,7	26,2	3,3	8,2
Maio	28,9	25,3	3,7	8,3

rista Damiao Bezerra da Costa do setor de química da UPPC–EMPARN pela realização das análises abióticas, ao colega Marcos Rogério Câmara pela sua colaboração, ao colega Carlos Lamartine Torres Mello pela valiosa informação sobre o viveiro em estudo, aos técnicos de laboratório Valdo Lopes de Moura e Luís Antônio de Souza Barros pela valioso auxilio nos trabalhos de campo e de laboratorio, à Francinete Gomes de Amorim pela execução dos esboços das figuras apresentadas, á Cláudia Gondim Moreira pelo valioso e paciente trabalho datilográfico.

REFERENCIAS

CUPP, E.E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California., La Jolla, 5 : 1 — 237.

ESKINAZI-LECA, E. 1976. Taxonomia e distribuição das diatomáceas (Bacillariophyceae) na laguna Mundaú (Alagoas—Brasil). Recife. 88p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

HENRY, R; TUNDISI, J.G. e CURI, P.R. 1983. Fertilidade potencial em ecossistemas aquáticos: estimativa através de experimentos de eutrofização artificial. Ciencia e Cultura, 35 (6): 789—804.

JOSEPH, D. 1981. Partial replacement of concentrated fishfood (pellets) with chicken droppings. Bamidgeh, Nir—David, 33 (1) : 24 — 8.

KOENING, M.L. 1983. Biomassa e fracionamento do fitoplâncton em viveiros de cultivo de peixes na Ilha de Itamaracá (Pernambuco — Brasil). Recife. 139p. Tese mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

KUTNER, M.B.N. 1972. Variação estacional e destribuição do fitoplâncton na região de Cananéia. São Paulo. 140p. Tese Doutoramento, Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico.

OLIVEIRA, D.B.F. de 1985. Produção primária do fitoplâncton do estuario do rio Potengi (Natal/RN). Recife 168p. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia.

PERAGALLO, H. et PERAGALLO, M. 1897 — 1908. Diatommés marines da France et des districtis maritimes voisins. Amesterdam, J. Tempere. 491p.

RAPPAPORT, V. ànd SARIG, S. 1978. The results of manuring on intensive growth fish farming at the Ginosar Station ponds in 1977. Bamidgeh, Nir—David, 29 (2) :57—70.

SILVA, M.G.G. 1982. Diatomáceas (Bacillariophyceae) da plataforma continental de Pernambuco — Brasil. Recife. 345p. Tese. Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco.

STICKNEY, R.R., HESBY, J.H., McGEACHIN, R.B.W., and ISABELL, W.A. 1979. Growth of *Tilapia nilotica* in ponds with differing histories of organic fertilization. Aquaculture, Netherlands, 17(3):189—194.

STRICKLAND, H.D.H. e PARSONS, T.R. 1965. A manual of Seawater analysis. Bulletin Fisheries Research Boord of Canada, Ottawa, 125:1—205.

UNESCO, 1966. Determination of photosynthetic pigments in seawater. Raport of SCOR/UNESCO, Working Group 17 with meat from 4 to 6 june 1964. Paris. 69p. (Monogrophys on Oceanography Methodology).

Gayana, Bot. 45 (1-4):235-240, 1988 ISSN 0016-5301

BIOMASSA PRIMÁRIA DO FITOPLÂNCTON DO ESTUARIO DO RIO POTENGI (NATAL - BRASIL)

PHYTOPLANKTON PRIMARY BIOMASS FROM ESTUARY OF POTENGI RIVER (NATAL - BRASIL)

Dilma Bezerra Fernandes de Oliveira*
José Zanon de Oliveira Passavante**

RESUMO

Estudo pioneiro sobre biomassa primária do fitoplâncton, foi realizado no estuário do rio Potengi, tendo sido considerado o conteúdo de clorofila α, por envolver uma metodologia relativamente simples e eficiente para estimar a biomassa algal. A metodologia utilizada foi o da análise espectrofotométrica, sendo as amostras coletadas em três estações fixas, durante o período de setembro de 1983 a setembro de 1984, em duas profundidades (superfície e profundidade coincidente com o coeficiente de absorção de luz) nas baixa mares. O fitoplâncton do estuário apresentou uma biomassa elevada, variando entre 3,53 e 28,90 mgcl/m^3, na coluna d'água os resultados ficaram entre 0,87 a 26,62 mgcl/m^2. De acordo com os resultados obtidos, o estuário do rio Potengi é um ecosistema eutrófico, havendo grande disponibilidade de alimento para os níveis tróficos seguintes.

ABSTRACT

A pionering study about the phytoplankton primary biomass was performed in the estuary of the Potengi river, taking into consideration the content of chlorophyll α, as it involves a rather simple and efficient methodology to estimate the algal biomass. It was used the spectrophotometer analysis methodology, and the samples were collected in three fixed stations, during the period september 1983/september 1984, in two depths (surface and a depth in accordance with the light absorption index) in the low tides. The estuarine phytoplankton presented a high biomass, varying from 3,53 to 28,90 mgcl/m^3, and in the water column the results ranged between 0,87 and 26,62 mgcl/m^2. According to the collected data, the estuary of the Potengi river is an autrophic ecosystem, and there is a great food availability for the remaining trophic levels.

KEYWORDS: Phytoplankton, primary biomass, chlorophyll.

INTRODUÇÃO

Vários pesquisadores têm salientado a importância do estudo do fitoplâncton em regiões estuarinas, em virtude ao aumento natural dessas populações, tornando-se áreas de importância econômica (Riley, 1952; Hulburt, 1956; Patrick, 1967; Tundisi e Teixeira, 1968; Tundisi, 1970; Galvão, 1978; Passavante, 1979; Paredes et alli, 1980).

Conforme pesquisas realizadas no Brasil por Tundisi (1969) na região lagunar de Cananéia/SP, Passavante (1979), no Canal de Santa Cruz/PE e Koening (1983) nos viveiros da Base de Psicicultura de Itamaracá-PE, a fração mais importante do fitoplâncton é o nanoplâncton, com dimensão variando de 5 a 50 μm.

Para Semina (1978), esses organismos de-

* Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN
Cx. Postal 188 - Natal/RN - Brasil - CEP 59020
** Departamento de Oceanografia UFPE
Av. Bernardo Vieira de Melo, 986
CEP. 50000 - Piedade - Recife/PE

vem ser considerados como os principais produtores, quando há uma elevada concentração de nutrientes, e como produtores em potencial, quando há uma baixa concentração de nutrientes.

Além da clorofila α a radiação solar constitui um dos fatores mais preponderantes sobre a produção primária, visto ser um componente essencial no processo fotossintético, o qual é a base do funcionamiento dos ecossistemas (Perezza, 1982).

Portanto, o presente trabalho realizado sobre biomassa primária do fitoplâncton, constitui um trabalho pioneiro para a região, fornecendo dados através da quantidade de clorofila α.

LOCALIZAÇÃO DA AREA

Localizado no litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte, o estuário do rio Potengi, está situado entre os paralelos geográficos 5°42' e 5°53' de latitude sul e 33°05' de longitude oeste. O estuário é constituído por três cursos fluviais: Potengi, Juandiaí e Doce (Fig. 1).

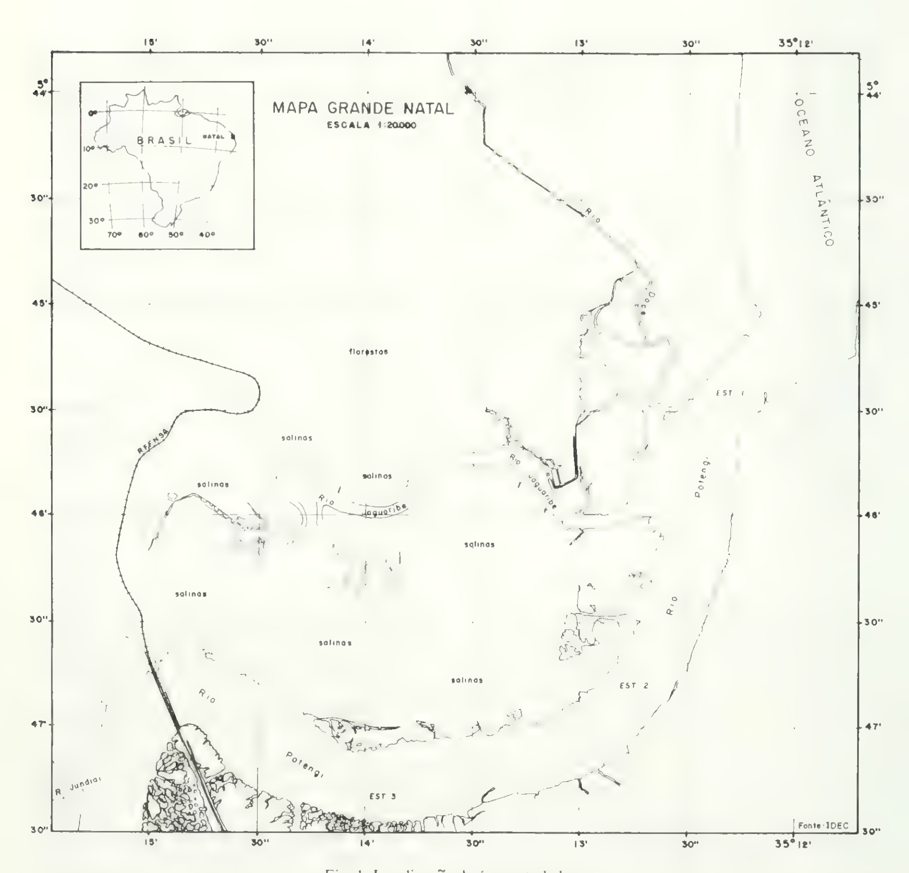


Fig. 1. Localização da área estudada.

MATERIAL E MÉTODOS

A biomassa primária foi dada através do conteúdo de clorofila α.

O método para a determinação da clorofila α, foi o da análise espectrofotométrica descrita por Richards & Thompson (1952) e modificada por Creitz & Richards (1955). Maiores detalhes sobre a metodologia empregada podem ser encontrados também em UNESCO (1966), Strickland & Parsons (1968), Tundisi (1969) e Teixeira (1972).

Para o estudo da clorofila α, foi coletado um litro de água, com auxilio da garrafa tipo Van Dorn.

No laboratório, foram filtrados 250 ml da amostra, em filtros Sartorius Ha, ref. SM 11106 de 47 mm de diâmetro, com poros de 0,45 μm. Esses filtros foram acondicionados em envelopes, devidamente etiquetados e guardados en freezer à -18°C, até posterior análise.

Para a extração da clorofila α, os filtros foram dobrados e colocados em tubos de ensaio com tampa de rosca, nos quais foram adicionados 10 ml de acetona 90%, em seguida, agitados fortemente até a dissolução dos filtros. O material foi então guardado novamente no freezer, por 24 horas. Após esse tempo, as amostras foram centrifugadas por 5 minutos, a 1.000 rotações por minuto. O sobrenadante foi transportado para cubetas espectrofotométrica e feito a leitura em espectrofotômetro Spectronic 20 Bausch e Lomb.

Para cálculo da clorofila α, foram utilizadas as equações apresentadas por Parsons e Strickland (1963) e Strickland e Parsons (1965).

RESULTADOS

A determinação da clorofila α, é uma das medidas mais precisas para quantificar a biomassa do fitoplâncton.

Na região estudada, os valores de clorofila α variaram entre 3,53 a 28,90 mgcl/m³. O valor mínimo ocorreu na estação 1, em outubro de 1983 (2,20m), e o valor máximo ocorreu na estação 2, em agosto de 1984 (0,50m), (Fig. 2. e Tab. I).

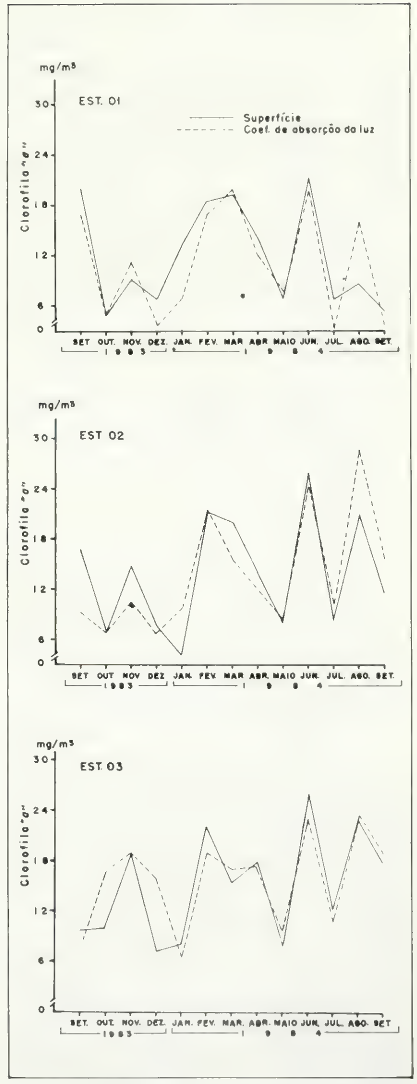


Fig. 2. Variação sazonal da clorofila "a"

TABELA I.- Variação sazonal do conteúdo de clorofila α nas estações 1, 2 e 3.

MES	ESTAÇÃO 1			ESTAÇÃO 2			ESTAÇÃO 3		
	PROF. DE COLETA	CLOROFILA mg/m³	CLOROFILA ·mg/m²	PROF DE COLETA	CLOROFILA mg/m³	CLOROFILA mg/m⁵	PROF. DE COLETA	CLOROFILA mg/m³	CLOROFILA mg/m²
SET/83	0,00 1,10	20,02 16,78	20,24	0,00 0,90	16,95 9,36	11,84	0,00 0,90	9,69 7,65	7,80
OUT.	0,00 2,20	3,63 3,53	7,88	0,00 1,90	6,78 7,25	13,33	0,00 1,30	9,72 16,76	17,21
NOV.	0,00 1,40	9,17 10,21	13,57	0,00 1,00	14,73 10,50	12,61	0,00 1,00	18,57 18,87	18,72
DEZ.	0,00 2,10	6,68 4,62	11,86	0,00 1,20	7,71 6,72	8,66	0,00 1,10	7,28 15,70	12,64
JAN/84	0,00 0,60	13,25 6,79	6,01	0,00 1,10	5,42 9,71	8,32	0,00 0,80	7,91 6,41	5,73
FEV.	0,00 1,50	18,52 16,97	26,62	0,00 1,10	21,22 21,32	23,40	0,00 0,80	22,10 19,00	16,44
MAR.	0,00 0,70	19,02 20,36	13,78	0,00 0,30	20,53 15,59	5,42	0,00 0,20	15,38 17,12	3,25
ABR.	0,00 0,60	13,97 12,00	7,79	0,00 0,40	14,00 12,16	5,23	0,00 0,30	17,94 17,33	5,29
MAIO	0,00 0,30	6,86 7,72	2,19	0,00 0,20	8,66 8,83	1,75	0,00 0,10	7,60 9,82	0,87
JUN.	0,00 0,45	21,21 19,63	9,19	0,00 0,40	25,76 24,66	10,08	0,00 0,20	26,10 23,60	4,97
JUL.	0,00 0,70	6,76 4,75	4,03	0,00 0,80	8,43 10,37	7,52	0,00 0,70	12,30 10,66	8,04
AGO.	0,00 0,55	8,76 16,00	6,81	0,00 0,50	21,29 28,90	12,55	0,00 0,50	23,24 23,40	11,66
SEPT.	0,00 1,40	5,28 3,66	6,26	0,00 1,60	11,55 15,73	21,82	0,00 0,85	17,77 18,91	15,59

Integrando-se os valores de clorofila α da coluna d'água, obtiveram-se resultados que variaram entre 0,87 a 26,62 mgcl/m². Os valores mínimos e máximo ocorreram, respectivamente, na estação 3, em maio de 1984, e na estação 1, em fevereiro de 1984 (Fig. 3 e Tab. I).

A variação da quantidade de clorofila α, de acordo com as amostras coletadas em duas profundidades diferentes, ou seja, superfície e profundidade coincidente com o coeficiente de absorção da luz, foi de 0,10 a 8,42 mgcl/m³, sendo o menor valor registrado na estação 1, em outubro de 1983, e estação 2, em fevereiro de 1984, o maior valor foi registrado na estação 3, em dezembro de 1983. As amostras coletadas na superfície apresentaram valores mais elevados, havendo algumas exceções.

Quanto à variação sazonal, foram constatados os picos máximos, geralmente no período seco (Fig. 3).



Fig. 3. Variação sazonal da produçâo primária do fitoplâncton na coluna d'água.

Na estação 1, o conteúdo de clorofila α variou entre 3,53 a 21,21 mgcl/m³, sendo o valor mínimo registrado em outubro de 1983 (2,20m) e o valor máximo em junho de 1984, em águas superficiais. A média foi de 11,39 mgcl/m³. Na coluna d'água, os valores variaram entre 2,19 e 26,62 mgcl/m², sendo o valor mínimo registrado em julho de 1984, e o valor máximo, em fevereiro de 1984. A média foi de 10,48 mgcl/m².

Na estação 2, o conteúdo de clorofila α variou entre 5,42 e 28,90 mgcl/m³, sendo o valor mínimo registrado em janeiro de 1984, na superfície, e o valor máximo em agosto de 1984 (0,50m). A média foi de 14,00 mgcl/m³. Na coluna d'água, os valores variaram entre 1,75 e 23,40 mgcl/m², sendo o valor mínimo registrado em maio de 1984, e o valor máximo, em fevereiro de 1984. A média foi de 11,06 mgcl/m².

Na estação 3, o conteúdo de clorofila α variou entre 6,41 e 26,10 mgcl/m³, sendo o valor mínimo registrado em janeiro de 1984 (0,80m) e o valor máximo em junho de 1984 na superfície. A média foi de 15,41 mgcl/m³. Na coluna d'água, os valores variaram entre 0,87 e 18,72 mgcl/m², sendo o valor mínimo registrado em maio de 1984 e o valor máximo em novembro de 1983. A média foi de 9,86 mgcl/m².

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Recentemente, tem-se estimulado as pesquisas em ambientes estuarinos, visando aprofundar e aperfeiçoar os conhecimentos sobre essas áreas.

Pesquisas realizadas sobre produção primária e concentração de clorofila α na costa brasileira (Lat. 22°31'S e Long. 41°52' W a Lat. 28°43'S - Long, 47°57' W), mostraram que a região de maior variação temporal, tanto em termos de clorofila α (1,5 a 30,0 mg/m³), como no seu potencial de produção primária (30,0 a 20,0 mg/m³), foi aquela próxima á Baía de Santos (Aragão et al, 1980).

Estudos realizados por Ryther (1956) e Humphrey (1961) determinaram que o conteúdo de clorofila das células pode variar com tais fatores: intensidade de luz, mistura de espécies e o bom estado fisiológico das amostras.

Segundo Lehman (1981), o conteúdo de clorofila α varia de acordo com o grupo de espécies presente.

Vários autores afirman que o nanoplâncton é responsável por 50 a 90% da productividade fitoplanctônica nos ambientes aquáticos (Teixeira, 1963; Friebele et alii, 1978; Roman, 1978; Passavante, 1979; Eskinazi-Leca e Koening, 1981; Koening, 1983).

Quanto ao presente estudo, não foi feito um fracionamento do fitoplâncton para comparar com os trabalhos acima citados.

No estuário presentemente em estudo, foi observado uma diminuição do número de espécies microfitoplanctônica en março de 1984, quando as amostras apresentaram uma predominância de zooplâncton e, ao contrário do que ocorreu no golfo de St. Lawrence, não houve um decréscimo acentuado no conteúdo de clorofila α, havendo no entanto, um ligeiro aumento, na estação 1, sugerindo talvez que a fração do nanoplâncton (5-50 um) venha ser responsável por uma boa parte da produção primária do estuário do rio Potengi.

Porém, no estuário do rio Potengi, as concentrações de clorofila α foram elevadas, com o valor mínimo de 3,53 mg/m³ e o valor máximo de 28,90 mg/m³. Esses dados assemelham-se com os obtidos para a região de Cananéia-SP (Tundisi, 1969; Kutner, 1972), com os de Passavante (1979), para o Canal de Santa Cruz/PE e Koening (1983), nos viveiros de peixes na Ilha de Itamaracá/PE.

Portanto, a biomassa fitoplanctônica no que se refere ao conteúdo de clorofila α encontrado no estuário do rio Potengi, foi bastante elevada, indicando ser uma região de alta produtividade primária.

BIBLIOGRAFIA

ARAGÃO, E.A., TEIXEIRA, C. e VIEIRA, A.A.H., 1980. Produção primária e concentração de clorofila a na costa brasileira (Lat. 22°31'S - Long. 41°52'W a Lat. 28°43'S - Long. 47°57'W). Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo, 29(2):9-14.

CREITZ, G.I. and RICHARDS, F.A., 1955. The estimation and characterization of the plankton populations by pigments analysis. III. A note the use of millipore membrane filters in the estimations of plankton pigments. Journal of Marine Research, New Haven, 14(3):211-6.

ESKINAZI-LEÇA, E. e. KOENING, M.L., 1981. Estudo ecológico da regiao de Itamaracá-Pernambuco-Brasil. III. Fitoplâncton de viveiros estuarinos. In: Congresso Brasileiro de Engenheria de Pesca, 2, Recife, 1981. Anais. Recife, SUDENE, p. 221-32.

FRIEBELE, E.S., CORREL D.L. and FAUST, M.A., 1978. Relationship between phytoplankton cell size and the rate of orthophosphate uptake: in situ observation of an estuarine population. Marine Biology, Berlim, 45(1):39-52.

GALVAO, S.M.F.G., 1978. Produção primária da Baia de Santos, Estado de São Paulo. Aspecto sobre a eficiência fotossintética num ambiente marinho poluido. São Paulo. 77p. Tese Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

HULBURT, E.M., 1956. Phytoplankton of Great Pond Massachusetts. Biol. Bull. Mar. Lab., Woods Hole. 110(2): 157-68.

HUMPHREY, G.F., 1961. Phytoplankton pigments in the Pacific Ocean. In: DOTY, M. S. (ed.). Proc. conf. on primary productivity measurement marine, freshwater. University of Hawaii, Hawaii, p. 121-41.

KOENING, M.L. 1983. Biomassa e fracionamento do fitoplâncton em viveiros de cultivo de peixes na Ilha de Itamaracá (Pernambuco-Brasil). Recife, 139p. Tese Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

KUTNER, M.B.B. 1972. Variação estacional e distribuição do fitoplâncton na região de Cananéia. São Paulo, 104p. Tese Doutoramento, Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico.

LEHMAN, P.W., 1981. Comparison of chlorophyll a and carotenoid pigments as predictors of phytoplankton biomass. Marine Biology, Berlim, 65(3):237-44.

PAREDES, J.F., PEIXINHO, V.M.C. e BRITO, R.R.C., 1980. Produtividade primária, biomassa e fatores limitantes na área estuarina SW da Baía de Todos os Santos. Bolm. Inst. Oceanogr., São Paulo, 29(2):275-82.

PARSONS, T.R. and STRICKLAND, J.D.H., 1963. Discussion of spectrophothometric determination of marine plant pigments, with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. Journal of Marine Research, New Haven, 21(3): 155-63.

PASSAVANTE, J.Z.O., 1979. Produção primária do fitoplâncton do Canal de Santa Cruz (Itamaracá-Pernambuco). São Paulo. 188p. Tese. Doutoramento. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico.

PATRICK, R., 1967. Diatoms communities in estuaries. In: LAUFF, G.H. (ed). Estuaries. Washington. Am. Ass. Adv. Sci., p. 311-15.

PEREZZA, M.C.D., 1982. Variação sazonal do fitoplâncton e dos fatores ambientais, na enseada do Flamengo (Lat. 23°30'S - Long. 45°06'W). São Paulo. 105p. Tese. Mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto. Oceanográfico.

RICHARDS, F.A. and THOMPSON, T.G., 1952. The estimation and characterization of plankton populations by pigments analysis. II. A spectrophothometric method for the estimation of plankton pigments. Journal of Marine Research, New Haven, 11(2): 156-72.

RILEY, G.A., 1952. Phytoplankton of Black Island Sound, Bull. Bingham Oceanog. Coll. 2:252-70.

ROMAN, M.R., 1978. Tidal Resuspension in Buzzards Bay, Massachusetts. II. Seasonal changes in the size distribution of chlorophyll particle. Concentration carbon and nitrogen in resuspended particulate matter. Estuarine and Coastal Marine Science, London, 6(1): 47-53.

RYTHER, J.H., 1956. The measurement of primary production. Limnology and Oceanography, Baltimore, 1(2):72-84.

SEMINA, H.J., 1978. The size of cells. In: SOURNIA, A. (ed.). Phytoplankton Manual. Paris, UNESCO, p. 223-7.

STRICKLAND, H.D.H. and PARSONS, T.R., 1965. A manual of seawater analysis. Bulletin Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, 125:1-205.

——. and 1968. A practical hand book of seawater analysis. Bulletin Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, (167):1-311.

TEIXEIRA, C., 1963. Relative rates of photosynthesis and standing-stock of net phytoplankton and nanoplankton. Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo, São Paulo, 13(2):33-60.

——. 1972. Introdução aos métodos para medir a produção primária do fitoplâncton marinho. Bull. Inst. Ocea. University, Hakodate, 19(1-2):1-34.

TUNDISI, J., 1969. Produção primária, standing-stock e fracionamento do fitoplaâncton na região lagunar de Cananéia. São Paulo, 130p. Tese. Doutoramento. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico.

——. 1970. O planton estuarino. Contribuição do Instituto de Oceanografia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 19:1-22.

TUNDISI, J. e. TEIXEIRA, C., 1968. Plankton studies in a mangrove environment. VII. Size fractionation of the phytoplankton: some studies on methods. Boletim do Instituto Oceanográfico. São Paulo, 17(1):89-94.

UNESCO, 1966. Determination of photosynthethic pigments in seawater. Raport of SCORY UNESCO, working group 17, 4 to 6 june 1964. Paris. 69p. (Monography on Oceanography Methodology).

Gayana, Bot. 45 (1-4):241-247, 1988 ISSN 0016-5301

VARIACION ESTACIONAL DEL FITOPLANCTON DE LA ZONA MAS INTERNA DEL ESTUARIO DE BAHIA BLANCA (Prov. Buenos Aires, Argentina)

SEASONAL VARIATIONS OF THE PHYTOPLANKTON FROM THE MOST INNER PART OF BAHIA BLANCA ESTUARY (Buenos Aires Province, Argentina)

Ana María Gayoso*

RESUMEN

Se analizan los datos sobre composición y abundancia del fitoplancton de un periodo de más de 5 años obtenidos en la zona más interna del estuario de Bahía Blanca. El fitoplancton mostró una variación estacional que estuvo caracterizada por una floración invierno-primavera temprana de diatomeas, que fue registrada todos los años, verano con picos de corta duración de fitoflagelados y diatomeas pequeñas y otoño con un fitoplancton en general pobre. Las especies más frecuentemente halladas fueron *Thalassiosira hendeyi*, *Paralia sulcata*, *Thalassiosira curviseriata*, *Skeletonema costatum* y otras. En el nanofitoplancton fueron halladas Prasinoficeas, Cryptoficeas y Dinoficeas. La floración mostró periodicidad a lo largo del período de muestreo (1978-1982 y 1986). Comenzó alrededor de mediados de junio y terminó alrededor de septiembre u octubre. El pico de mayor abundancia varió año a año: en 1978, 1979 y 1980 llegó a alrededor de 10 millones de células por l; en 1981, 1982 y 1986 los mayores recuentos durante la floración fueron de alrededor de 3 millones de células por l. La sucesión de las especies también fue variable. En 1978, 1979 y 1980 especies como *Skeletonema costatum* y *Asterionella glacialis* fueron muy abundantes en la floración. En 1981 fue registrado un pico de *Ditylum brightwellii*. *Thalassiosira curviseriata* fue la especie dominante de la floración y tendió a estar presente todo el año. *Thalassiosira anguste-lineata*, *T. pacifica* y *T. rotula* estuvieron presentes únicamente durante la floración.

ABSTRACT

Data of composition and abundance of phytoplankton from the most inner part of Bahía Blanca estuary obtained over a 5 years period are presented. The distribution of phytoplankton showed seasonality characterized by a winter early spring bloom of diatoms observed each year; summer with short peaks of diatoms and fitoflagelates and fall in general poor. The more fequent species found were *Thalassiosira hendeyi*, *Paralia sulcata*, *Thalassiosira curviseriata*, *Skeletonema costatum* and others. In the nannophytoplankton Prasinophyceae, Cyptophyceae and Dinophyceae were observed. The winter-early spring bloom showed periodicity through the period of study (1978-1982 and 1986). The inception was around mid of June and the ending about September or October. The peak showed variations year to year: in 1978, 1979 and 1980 were the more abundant peaks, about 10 millions cells per l; in 1981, 1982 and 1986 maximun counts were 3 millions cells per l. The succession of species in the cycle was variable. In 1978-1980 period *Skeletonema costatum* and *Asterionella glacialis* were more abundant. In 1981 cycle and important peak of *Ditylum brightwellii* was registered. *Thalassiosira curviseriata* was the dominant species of the bloom and tended to be present year round. *Thalassiosira pacifica*, *T. anguste-lineata* and *T. rotula* were present only during the bloom.

KEYWORDS: Phytoplankton, succesion, seasonal variation.

*Instituto Argentino de Oceanografía, Avenida Alem 53, 8000
Bahía Blanca, Argentina

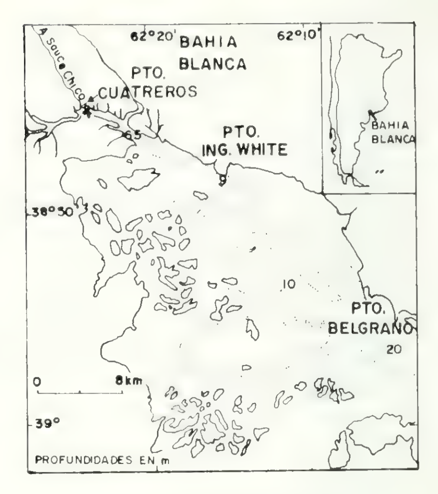


Fig. 1. Estuario de Bahía Blanca.

INTRODUCCION

El fitoplancton de los estuarios, ambientes de condiciones muy variables, se caracteriza por su dinámica. La rápida sucesión de especies durante las floraciones unida a la presencia constante de algunas especies marcadamente eurioicas son las estrategias que han permitido adaptarse en tales ambientes a esta comunidad.

Un adecuado conocimiento del fitoplancton solamante se logra a través de largos períodos de observaciones. En áreas costeras del Atlántico Norte, tanto en Europa como en Norteamérica, existen numerosos estudios que abarcan prolongados períodos de tiempo (Karentz y Smayda, 1984; Smetacek, 1985; Cadée, 1986). En el Atlántico Sur, en cambio, la información es escasa. En Argentina no existen publicaciones sobre variaciones estacionales del fitoplancton que comprendan varios ciclos anuales.

En el transcurso de este estudio fueron analizados los resultados de más de 5 años de observaciones sobre composición y abundancia del fitoplancton de la zona más interna del estuario de Bahía Blanca. Los objetivos fueron determinar si existía periodicidad en ciertas características del ciclo anual y cuáles eran las diferencias año a año que podían detectarse.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras fueron colectadas en la estación Puerto Cuatreros ubicada en la porción más interna del estuario de Bahía Blanca (Fig. 1). Este es un cuerpo de agua de escasa profundidad, elevada turbulencia, provocada por acción de las mareas y el viento, de salinidad variable y que recibe aportes de aguas continentales de escasa consideración.

Los muestreos se efectuaron con botella Van Dorn quincenalmente y con mayor frecuencia durante las floraciones. Regularmente las muestras se tomaron sub-superficialmente y durante las pleamares pero también se analizaron muestras de fondo y extraídas en otras condiciones de marea. En todos los casos fueron preservadas con solución de lugol. Los recuentos se efectuaron con microscopio invertido después de haber sedimentado las muestras 24 horas en cilindros de 50 ml. Para la correcta identificación de las especies se utilizó un microscopio Zeiss Standard R provisto de contraste de fase y un microscopio electrónico de barrido marca Jeol.

El período de muestreo abarcó desde 1978 hasta 1982, sufrió una interrupción entre 1983 y 1985 por ausencia de la autora y las observaciones continuaron desde 1986 hasta la actualidad.

Los recuentos fueron expresados en diatomeas totales y nanofitoplancton, incluyéndose en este grupo a las formas flageladas, de tamaño pequeño (Figs. 2 y 3). La frecuencia de las especies se obtuvo mediante el cociente entre el número de muestras en que aparecía la especie y el número total de muestras. Fueron contadas un número total de 200 muestras.

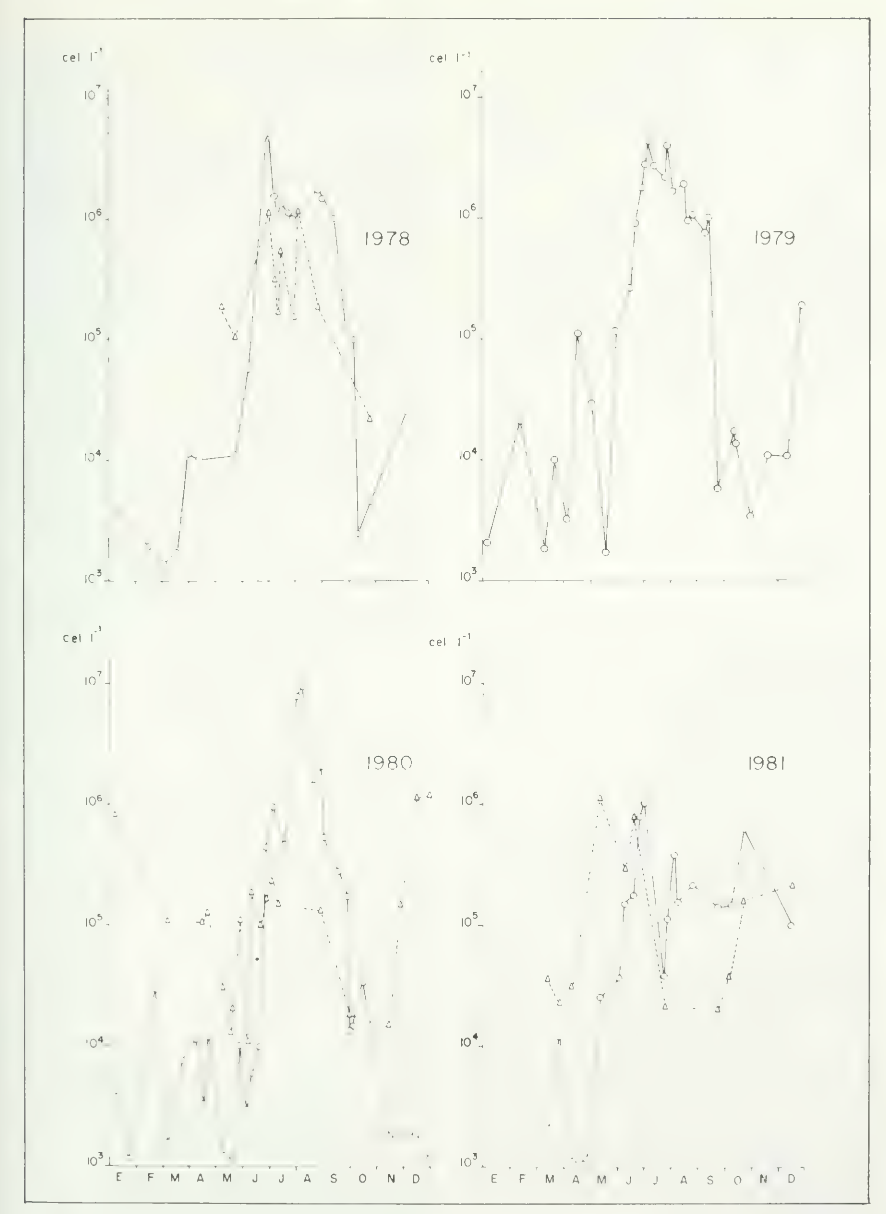


Fig. 2. Variación estacional del fitoplancton. En línea llena, recuentos de diatomeas totales. En línea cortada, recuentos totales de nanofitoplancton.

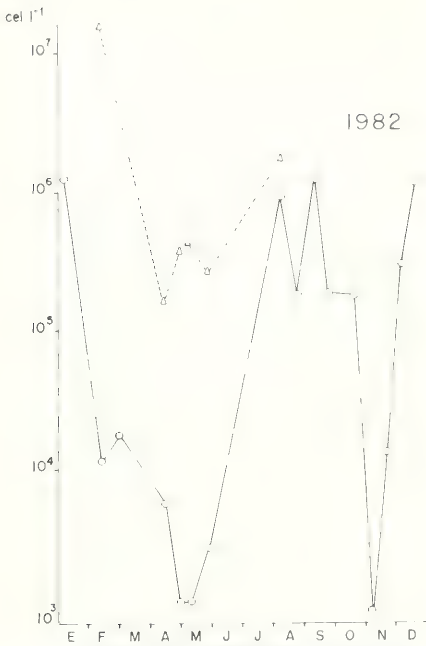


Fig. 3. Variación estacional del fitoplancton. En línea llena, recuentos totales de diatomeas. En línea cortada, recuentos totales de nanofitoplancton.

RESULTADOS

Variación estacional de fitoplancton

El hecho más saliente del ciclo anual del fitoplancton fue la floración registrada todos los años de estudio, que abarcó los meses de invierno y principios de primavera. El comienzo de la floración se produjo, sólo con pequeñas variaciones, alrededor de mediados de junio. La declinación del fenómeno también mantuvo constancia en el tiempo, en 1978, 79, 80 y 86 terminó a fines de septiembre, mientras que en 1981 y 1982 la declinación fue observada alrededor del 20 de octubre. Con respecto a la magnitud, fue variable año a año. Durante 1978, 1979 y 1980 se registraron los mayores recuentos (hasta 10 millones de células por 1, el 5 de agosto de 1980). Los ciclos correspondientes a 1981, 1982 y 1986 tuvieron floraciones de menor magnitud, los recuentos no superaron los 3 millones de células por 1.

El fitoplancton de verano-otoño no presentó un patrón tan estable de distribución y las variaciones inter-anuales fueron más marcadas. En diciembre de 1979, 1980 y 1981 fueron observados pulsos de fitoplancton de más de 1 millón de células por 1 producidos por fitoflagelos o diatomeas de pequeño diámetro. La duración de estos picos fue de dos o tres semanas. También en enero de 1981 y febrero de 1982 fueron detectados picos de corta duración. Durante el otoño los recuentos fueron en general bajos y esto fue coincidente en todos los años de muestreo. Los registros mayores correspondieron a abril y mayo de 1979 y mayo de 1980. Una Xantoficea y dos especies de diatomeas fueron, en cada caso, los responsables de los pulsos de alrededor de 100 mil células por 1. (Figs. 2 y 3).

Composición del fitoplancton y variación estacional de las especies más frecuentemente halladas

El fitoplancton estuvo dominado por diatomeas de las que fueron identificadas 46 especies distribuidas en 28 géneros. La flora no diatómica estuvo representada por una Xantoficea, *Ophicytium* sp. y dinoflagelados: *Protoperidinium punctulatum* (no autotrófico). En el nanofitoplancton se hallaron fitoflagelados pertenecientes a las

TABLA I

Lista de las especies más frecuentes halladas en la zona más interna del estuario de Bahía Blanca.

Thalassiosira hendeyi Hasle et Fryxell
Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve
Thalassiosira curviseriata Takano
Talassiosira anguste-lineata (A. Schmidt) Fryxell et Hasle
Ophiocytium sp
Skeletonema costatum (Greville) Cleve
Ditylum brightwellii (T. West) Grunow
Thalassiosira pacifica Gran et Angst
Chaetoceros debilis Cleve
Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey
Asterionella glacialis Castracane
Thalassiosira rotula Meunier
Leptocylindrus minimus Gran
Thalassionema nitzschioides (Grunow) Van Heurck
Rhizosolenia delicatula Cleve
Cyclotella sp
Thalassiosira eccentrica Cleve
Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann et Lewis
Thalassiosira hibernalis Gayoso
Chaetoceros subtilis Cleve
Gyrosigma attenuatum (Kutzing) Cleve
Protoperidinium punctualatum (Pauls.) Balech
Cryptomonas sp
Entomoneis alata Ehrenberg
Nitzschia sigma (Kutzing) Wm Smith
Pyramimonas sp.
Chaetoceros similis Cleve

Prasinoficeas: *Pyramimonas* sp., Cryptoficeas: *Cryptomonas* sp.; dinoflagelados desnudos y tecados y otras formas flageladas no identificadas (Tabla I).

Thalassiosira hendeyi fue la especie más frecuente. No presentó un patrón estacional de distribución ni picos máximos de abundancia. Fue hallada con salinidades que variaron entre 40 por mil y 19 por mil y con temperaturas desde 7 grados Celsius hasta 23 grados Celsius. *Paralia sulcata*, la segunda especie en orden de frecuencia, tuvo un comportamiento muy similar a la anterior. Tendió a estar presente todo el año y soportó grandes variaciones de salinidad y temperatura. *Thalassiosira curviseriata* fue la especie que dominó durante las floraciones invierno-primaverales, con excepción del año 1979 en que no fue hallada. En los últimos años (observaciones efectuadas en 1985, 1986 y 1987) esta especie tendió a estar presente todo el año y ser dominante durante la floración. *Thalassiosira pacifica, T. rotula* y *T. anguste-lineata* se sucedieron en las floraciones y si bien estuvieron presentes siempre, su abundancia varió ligeramente en los diferentes ciclos. *Ophiocytium* sp. fue la especie, no diatomea, más frecuente en los recuentos, tendió a ser más abundante durante el otoño. *Skeletonema costatum* fue un componente importante de las floraciones de 1978, 1979 y 1980, su incidencia fue menor en las floraciones de 1981 y 1982. Fue una especie de todo el año con un pico de máxima abundancia en el invierno. *Ditylum brightwellii* fue hallada todos los años, fue dominante en agosto durante la floración de 1981. *Cerataulina pelagica* estuvo presente en otoño e invierno, en los ciclos de 1979-1980 fue hallada también durante la primavera. *Chaetoceros debilis* fue típicamente invernal y la especie de este género mejor representada. Formó parte de la floración en todos los años de estudio. La máxima ocurrencia de esta especie fue en la floración de 1979. *Asterionella glacialis* acompañó a la floración como un componente secundario. No fue registrada en 1981 y 1982. *Leptocilindrus minimus* tendió a estar presente todo el año y alcanzó su máxima abundancia en invierno. En 1980, sin embargo, fue muy abundante en diciembre. *Thalassionema nitzschioides* fue hallada con mayor frecuencia en verano y otoño. *Rhizosolenia delicatula*, la única especie de este género frecuente en el plancton, fue común en las muestras de invierno y primavera, en 1980, dominó en las muestras de mayo. *Cyclotella* sp. fue dominante en algunos recuentos de verano. Su aporte al plancton de esta porción interna de la bahia no fue constante y en algunos años no produjo picos de importancia.

Sucesión del fitoplancton durante la floración anual

Un completo estudio de la sucesión fue realizado durante la floración de 1986 (Fig. 4). Fueron combinadas observaciones con el microscopio invertido, óptico y electrónico. La floración comenzó a mediados de junio. *Thalassiosira curviseriata* dominó en todos los recuentos. *T. ro-*

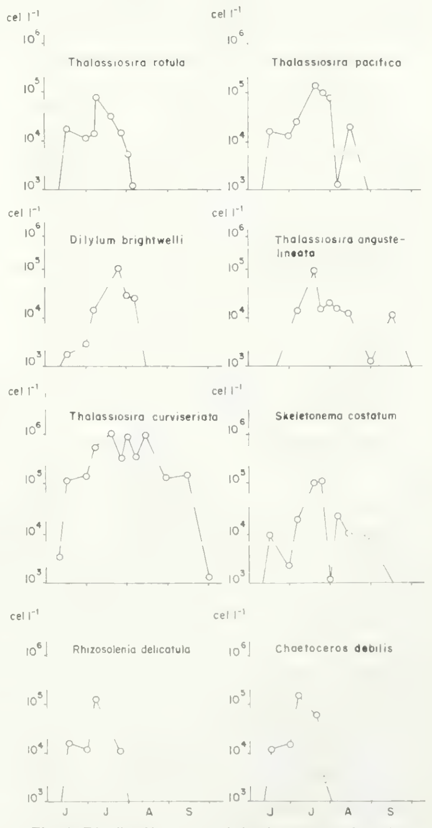


Fig. 4. Distribución temporal de algunas especies seleccionadas correspondiente a la floración de 1986.

tula apareció en el inicio y su mayor abundancia fue registrada el 9 de julio para luego declinar hacia fines de ese mes. *T. pacifica*, que apareció al mismo tiempo, dio su pico a mediados de julio y permaneció hasta agosto. *T. anguste lineata* fue algo más tardía, se registró desde el 6 de julio y se extendió hasta septiembre. También participaron de la floración *T. eccentrica*, presente en junio y julio, y *T. hibernalis* en julio y agosto. Los recuentos de estas especies llegaron a un máximo de 20 mil células por litro. *Chaetoceros debilis* fue otro componente importante de la floración que dio un pico de abundancia a principios de julio. *Skeletonema costatum* y *Rhizosolenia delicatula* fueron también halladas en 1986. La primera en junio, julio y agosto y la segunda en junio y julio.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La marcada periodicidad de la floración anual, que ha sido señalada como un hecho común de los ambientes costeros de otros lugares (Cadée, 1987), es confirmada en este trabajo. El momento de la iniciación, fines de junio, cuando las condiciones de radiación solar y fotoperíodo serían las más desfavorables para el desarrollo del fitoplancton, plantea el interrogante sobre las posibles causas de este temprano inicio. Smayda (1980) sugiere que la iniciación de la floración estaría regulada por varios factores: temperatura, iluminación, nutrientes, pastaje, interacción entre especies y disturbios hidrográficos y que la incidencia de estos factores varía año a año. En este caso se necesitarían más estudios autoecológicos y que relacionen los factores bióticos y abióticos para lograr una comprensión del fenómeno. El número de células de fitoplancton en la culminación de la floración varió anualmente: fue muy elevado en el período 1978-1980 y de menor magnitud en el período subsiguiente, 1981-1982 y 1986 (Figs. 2 y 3). La falta de datos durante 1983-1985 ocasiona un hiato importante por lo que no se puede especular acerca de tendencias decrecientes. La sucesión de las especies también mostró algunas variaciones año a año. Durante la floración invierno-primaveral la sucesión en general respondió al patrón descripto para 1986. La diferente incidencia que tuvieron, según los años, especies sub-dominantes como *Skeletonema costatum*, *Asterionella glacialis*, *Ditylum brightwellii* y *Leptocylindrus minimus*, entre otras, podrían responder a diferencias en las condiciones hidrológicas (más aporte de agua de fuera del estuario) o a factores bióticos y abióticos fluctuantes.

TABLA II

Clasificación de 13 especies frecuentes de la porción más interna del estuario de Bahía Blanca según su comportamiento estacional.

ESPECIES	Presente todo el año sin picos de abundancia	Presente todo el año y máxima abundancia durante la floración anual	Con máxima abundancia en distintas épocas del año	Presentes solo durante la floración
Thalassiosira hendeyi	X			
Paralia sulcata	X			
Thalassiosira curviseriata		X		
Thalassiosira anguste lineata				X
Ophiocytium sp			X	
Skeletonema costatum		X		
Ditylum brightwellii	X			
Thalassiosira pacifica				X
Chaetoceros debilis				X
Cerataulina pelagica			X	
Asterionella glacialis				X
Thalassiosira rotula				X
Leptocylindrus minimus		X		

Si bien las especies de *Thalassiosira* típicas de la floración anual así como *Chaetoceros debilis* y *Skeletonema costatum* podrían, por su relación superficie/volumen elevada, corresponder a la primera etapa de la sucesión descripta por Margalef (1960), el esquema general propuesto por este autor no fue observado en este estudio.

Se destaca la ausencia de una estación con predominancia de dinoflagelados. Este hecho se relaciona con la turbulencia del agua que en cambio favorecería a las diatomeas. Especies muy silicificadas como *Thalassiosira hendeyi* y *Paralia sulcata* serían mantenidas dentro de la capa eufótica por la turbulencia. Este fenómeno ha sido señalado para otros ambientes (Bakker de De Pauw, 1974).

De acuerdo a la sucesión descripta en las páginas anteriores las especies se pueden dividir en cuatro grupos: especies presentes todo el año; especies presentes todo el año pero que alcanzan su máxima abundancia durante la floración; especies con máxima abundancia en distintas épocas del año y especies que sólo son halladas durante la floración (Tabla II).

Del análisis de datos de fitoplancton presentado se desprende la necesidad de una profundización de las causas que originan este ciclo y los factores que lo regulan. Sería también importante continuar las observaciones en otros cuerpos de agua costeros del litoral argentino para poder integrar la información.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo por efectuar esta publicación.

BIBLIOGRAFIA

BAKKER, C y DE PAUW, N. 1974. Comparison of brackish-water plankton assemblages of identical salinity ranges in estuarine tidal (Westerschelde) and stagnant (lake Veere) environment (Southern Netherlands). I Phytoplankton Hydrobiol. Bull., 8: 179-189.

CADEE, G.C., 1986. Recurrent and changing seasonal paterns in Phytoplankton of the westernmost inlet of the Dutch Wadden Sea from 1969 to 1985. Marine Biology 93: 281-289.

KARENTZ, D. y SMAYDA, T.J. 1984. Temperature and seasonal occurrence patterns of 30 dominant phytoplankton species in Narragansett Bay over a 22-year period (1959-1980). Marine Ecology 18: 277-293.

MARGALEF, R., 1960. Temporal succession and spatial heterogeneity. En: Buzzati-Traverso (ed.) Perspectives in Marine Biology.

SMAYDA, T.J. 1980. Phytoplankton species succession. En: Morris, I. (ed.) The Physiological ecology of Phytoplankton.

SMETACEK, V., 1985. The annual cycle of Kiel Bight plankton: a long term analysis. Estuaries 8(2A): 145-157.

Gayana, Bot. 45 (1-4):249-251, 1988 ISSN 0016-5301

OBTENCION DE CLOROPLASTOS INTEGROS DE *DUNALIELLA TERTIOLECTA* BUTCHER (VOLVOCALES, CHLOROPHYCEAE)

OBTAINING INTACT CHLOROPLASTS OF DUNALIELLA TERTIOLECTA *BUTCHER (VOLVOCALES, CHLOROPHYCEAE)*

Patricia E. Koch*

RESUMEN

Se obtiene cloroplastos íntegros de células de *Dunaliella tertiolecta* Butcher, crecidas en medio inorgánico. El procedimiento consiste en inducir químicamente la lisis de células al adicionar dietilaminoetil-dextrano (DEAE-dextrano) a una fracción celular. Se determina la integridad morfológica de los organelos a través del análisis por microscopia fotónica y de fluorescencia. Se compara parcialmente este método con el procedimiento ensayado previamente por Koch y Gómez (1987) en células de *D. tertiolecta*, en el cual la ruptura de las células se realizó mecánicamente, con una prensa French

ABSTRACT

Intact chloroplasts from *Dunaliella tertiolecta* Butcher cells, growing in inorganic medium were obtained. The procedure consists on the chemical induction of cellular lisis by the addition of diethylaminoethyl-dextran (DEAE-dextran) to a cellular fraction. The morphological integrity of the organelles was determined by photonic and fluorescence microscopy analysis. A partial comparison of this method with the mechanical method, using a French press, used previously by Koch and Gómez (1987) on *D. tertiolecta* cells is presented

KEYWORDS: Intact chloroplasts, *Dunaliella tertiolecta*, diethylaminoethyl dextran (DEAE dextran)

INTRODUCCION

Dunaliella tertiolecta Butcher es un alga unicelular, sin pared celular, con un solo cloroplasto que rodea casi completamente el núcleo y la región central de la matriz citoplasmática (Hoshaw y Maluf, 1981). Su gran tolerancia a cloruro de sodio se debe a su capacidad de acumular altas concentraciones de glicerol (McLachlan, 1960; Ben-Amotz y Avron, 1973).

Como el tamaño del cloroplasto es muy similar al tamaño de la célula, es difícil obtener cloroplastos íntegros desde esta alga, mediante ruptura mecánica de la célula. Kombrink y Wöber (1980) han aislado cloroplastos morfológicamente y bioquímicamente intactos de *D. marina*, a través de lisis inducida químicamente. Nosotros estamos interesados en obtener cloroplastos íntegros, con el fin de aislar la totalidad del ácido desoxirribonucleico contenido en los cloroplastos de ciertas especies de *Dunaliella* Teodoresco, mediante el ensayo de técnicas de ingeniería genética. Por lo tanto, hemos ensayado previamente un

*Departamento de Acuicultura y Alimentos
Instituto Profesional de Osorno
Casilla 933
Osorno-Chile

método de ruptura mecánica de células de *D. tertiolecta* (Koch y Gómez, 1987), y ahora hemos aplicado con ciertas modificaciones el método de ruptura celular inducida químicamente, descrito por Kombrink y Wöber (1980). Así, podemos comparar los resultados logrados mediante ambos métodos y elegir uno de ellos para aplicarlo en la futura obtención de cloroplastos íntegros.

MATERIALES Y METODOS

D. tertiolecta Butcher (Universidad Austral), se creció en 1000ml de un medio inorgánico (Pick *et al*, 1986) en las condiciones previamente descritas por Koch y Gómez (1987), bajo una densidad de flujo fotónico de 200 $\mu E\ m^{2}$. seg^{-1} y con períodos de 16h luz, 8h oscuridad. El cultivo se cosechó al inicio de la fase estacionaria de crecimiento, por centrifugación a 2000 rev. min^{-1} por 10 min y el pellet obtenido se lavó dos veces. Posteriormente, se aplicó básicamente el método descrito por Kombrink y Wöber (1980). Se suspendió el pellet de células hasta una concentración correspondiente a 0.2mg clorofila ml^{-1} en una solución conteniendo 0.5 M sorbitol y tampón 5 mM HEPES-NaOH, pH 7.5 y se agregó DEAE-dextrano a 0-4°C hasta una concentración final de 1mg mg^{-1} clorofila y se incubó por 1min; posteriormente se incubó la suspensión a 30°C durante 8-10 min. La extensión de la lisis se examinó microscópicamente hasta que menos de 1% de las células permanecieron intactas. Se centrifugó a 1870 rev. min^{-1} por 1 min. Los organelos sedimentados se suspendieron en una solución conteniendo sacarosa 30% (p/p), tampón 50 mM HEPES-NaOH, pH 7.5, 1mM $MgCl_2$, 1mM $MnCl_2$ y 2 mM EDTA. Esta mezcla se extendió sobre un gradiente en etapas de solución de sacarosa 30-40-50-60% en el mismo tampón utilizado para suspender los organelos. El rotor (centrífuga Sorvall, rotor Sorvall SS34) se giró con tasas de aceleración de 5000 rev. min^{-1} por 15 min, 10000 rev. min^{-1} por 15 min y 12000 rev. min^{-1} por 30 min. Las fracciones de cloroplastos obtenidas se examinaron mediante microscopía fotónica y de fluorescencia.

RESULTADOS

La Figura 1 muestra un diagrama de flujo del fraccionamiento de células de *D. tertiolecta* en fracciones cloroplásticas. Se necesitó alrededor de 80-90 min desde la cosecha de las células hasta la recuperación de los cloroplastos.

Se obtuvo dos bandas coloreadas en el gradiente de sacarosa, una superior liviana de color verde claro localizada en la interfase de sacarosa 30-40% y una inferior pesada de color verde oscuro localizada en la interfase de sacarosa 40-50%. Mediante el análisis de ambas bandas al microscopio fotónico y de fluorescencia, se determinó que la banda superior contenía cuerpos verdes, suboblongos, rotos y regularmente fluorescentes, y la banda inferior contenía cuerpos verdes, oblongos, limitados por una membrana y altamente fluorescentes.

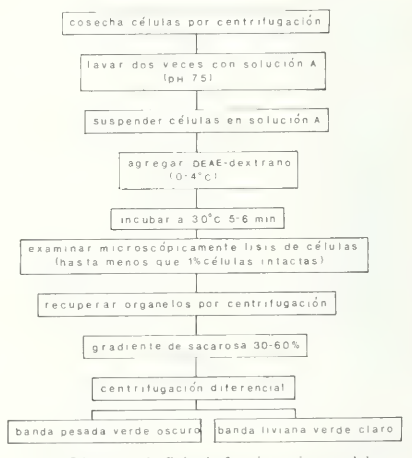


Fig. 1. Diagrama de flujo de fraccionamiento celular y aislamiento de cloroplastos de *D. tertiolecta* Butcher.

DISCUSION

Ambos tipos de cuerpos corresponden a cloroplastos, por su contenido de pigmento verde y la emisión de fluorescencia. Los cloroplastos de la banda pesada son íntegros, por la continuidad de la membrana que los delimita externamente, por su mayor contenido de pigmento verde intenso, y porque son altamente fluorescentes. Los cloroplastos de la banda liviana son rotos, por la discontinuidad de la membrana que los delimita externamente, por su menor contenido de pigmen-

to verde y porque son menos fluorescentes que los cloroplastos íntegros, indicando un menor contenido de clorofila en su interior.

No es posible establecer un paralelo entre el método mecánico y el químico de inducción de lisis celular, porque en el primero no se separó finalmente los organelos en un gradiente de sacarosa, lo cual se realizó en este estudio. Sin embargo, la proporción de organelos intactos obtenidos a través del método de lisis química en las condiciones utilizadas, es mayor que la alcanzada a través del método de inducción mecánica de lisis con las presiones aplicadas con la prensa French (500, 750 y 1000 psi); la emisión de fluorescencia es mayor en los cloroplastos íntegros obtenidos mediante lisis química, y el tamaño y forma de los cloroplastos aparentemente no estaría modificada con respecto al cloroplasto presente en la célula viva, como se observa en los cloroplastos obtenidos por lisis mecánica de la célula, los cuales son más pequeños que los originales y su forma es esférica y no oblonga como en el cloroplasto de la célula viva.

Sólo se comprueba el grado de integridad morfológica de los cloroplastos aislados. Sin embargo, Kombrink y Wöber (1980), determinan además la integridad bioquímica de los cloroplastos obtenidos por el método.

A través del microscopio fotónico no se observó contaminación con protoplastos o cloroplastos rotos en la banda con cloroplastos morfológicamente íntegros.

De acuerdo a los resultados logrados, utilizaremos el método aplicado en este estudio para obtener cloroplastos y así aislar próximamente su DNA.

Las modificaciones del método original se refieren al tipo de rotor, en vez de un rotor SW27, se usó un rotor Sorvall SS34 de ángulo fijo; las tasas de aceleración de 15000, 20000 Y 24000 se redujeron a 5000, 10000 y 12000; el último tiempo de centrifugación se redujo de 4 h a 1 h.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por la International Foundation for Science, Suecia; Laboratorio de Genética, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile; Instituto Profesional de Osorno, Chile.

BIBLIOGRAFIA

BEN AMOTZ, A. and AVRON M. 1973. The rol of glycerol in osmotic regulation of the halophilic alga *Dunaliella parva*. Plant Physiol., 51: 875

HOSHAW, R. and MALUF I. 1981. Ultrastructure of the green flagellate *Dunaliella tertiolecta* (Chlorophyceae, Volvocales) with comparative notes on three other species. Phycologia, 20: 199-206.

KOCH, P. y GOMEZ B. 1987. Crecimiento y fraccionamiento celular de la microalga *Dunaliella tertiolecta* Butcher. *In*: J.A.J. Verreth, M. Carrillo, S. Zanuy y E.A. Huisman, Investigación Acuícola en América Latina, Pudoc Press, Wageningen, pp. 393-398.

KOMBRINK, E. and WOBER G., 1980. Preparation of intact chloroplasts by chemically induced lysis of the green alga *Dunaliella marina*. Planta, 149: 123-29.

MCLACHLAN, J. 1960. The culture of *Dunaliella tertiolecta* Butcher-a euryhaline organism. Can. J. Microbiol., 6: 367-379.

PICK, U. KARNI L. and AVRON, M. 1986. Determination of ion content and ion fluxes in the halotolerant alga *Dunaliella salina*. Plant Physiol., 81: 92-96.

Gayana, Bot. 45 (1-4):253-263, 1988

ISSN 0016-5301

O VINHOTO NO CULTIVO DE MICROALGAS

MICROALGAE CULTURE WITH SUGARCANE BROTH

María Luisa Koening*
José Zanón de Oliveira Passavante*
Cláudio Coutinho Bartolomeu*
Kátia Muniz Pereira da Costa*

RESUMO

Estudos sobre a utilização do vinhoto foram realizados, visando tornar menos oneroso o cultivo de microalgas. Foram testadas a calda bruta e mineralizada, com duas espécies de microalgas: *Dunaliella tertiolecta* e *Tetraselmis tetrathele*. A calda mineralizada, originada de lagoa de estabilização, adicionada na quantidade de 40 ml, apresentou os melhores resultados com 1,8 x 10^5 cel/ml e 117,72 mg/m^3 de clorofila—a. A adição diária de calda no citado experimento forneceu o melhor resultado, 1,8 x 10^5 cel/ml e 206,43 mg/m^3 de clorofila—a. A análise dos nutrientres revelou uma alta concentração de nitrato—N e um total consumo no final dos experimentos.

ABSTRACT

Studies about the use of surgarcane broth were carried out viewing to get microalgas culture less expensive. It was tested the crude sugarcane broth and the mineralized one with two microalgae species: *Dunaliella tertiolecta* and *Tetraselmis chuii*. The mineralized sugarcane broth, originated from stabilization lagoons, additioned in a quantity of 40 ml, presented one of the best results, wich was 1,8 x 10^5 cel/ml and 117,72 mg/m^3 of chlorophyll--a. The daily addition of sugarcane broth provided the best result — 1,8 x 10^5cel/ml and 206,43 mg/m^3 of chlorophyll—a. The nutrient analysis revealed a high nitrate—N concentration and a total consumption at the end of the experiments.
KEYWORDS: Microalgae, culture, sugarcane broth.

INTRODUÇÃO

A utilização de fertilizantes orgânico no cultivo de microalgas vem sendo testada em diferentes partes do mundo, na tentativa de obtenção de um meio de cultura menos oneroso, que possa tornar viável este cultivo com um retorno financeiro capaz de arcar com os custos empregados no desenvolvimento das microalgas.

O Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco vem desenvolvendo há alguns anos o cultivo de peixes (família Mugilidae: *Mugil curema* e *Mugil liza*) e camarões (*Macrobrachium* e *Penaeus*). Estas atividades de cultivo necessitam de pesquisas de apoio, prin-

*Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco
Av. Bernardo Vieira de Melo 986
Piedade, 50.000 Recife
Pernambuco — Brasil

cipalmente daquelas relacionadas com a alimentação dos organismos cultivados. Assim, visando a obtenção de alimentos vivos, foram desenvolvidos experimentos com microalgas, as quais servirão de base alimentar, principalmente para rotíferos e copépodos, isto com a finalidade de obtenção de alimentos mais baratos, para subsidiar os projetos ora em desenvolvimento pelo Departamento de Oceanografia da UFPE.

O vinhoto, sendo um produto orgânico de grande disponibilidade na região Nordeste, proveniente das destilarias de alcool, onde é inútil e produto poluente, causa desastres ecológicos em nossos rios, quando despejado em grandes quantidades. A finalidade de utilizar este composto orgânico como nutriente para as microalgas, visa transformar este produto poluente em nutriente específico para o desenvolvimento de microalgas, tratando—se, portanto, de um estudo pioneiro para a região.

MATERIAL E METODOS

Para a realização dos experimentos foram utilizadas cepas de *Dunaliella tertiolecta* e *Tetraselmis chuii*, provenientes da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A — EMPARN, mantidas no meio NH_{15}.

No Departamento de Oceanografia da UFPE, estas microalgas foram mantidas em meio "f_2" Guillard (1975), em tubos de ensaio, com iluminação constante e temperatura ambiente de 24°C ± 1°C.

Para os três primeiros experimentos desenvolveu—se o ciclo de cultivo Guimarães (1977) e adicionou—se o meio FeNS, modificado por Oliveira (1982).

Atingida uma densidade algal superior a 250.000 células/ml, foram iniciados os experimentos.

Para o **primeiro experimento**, utilizou—se uma calda mineralizada de lagoa de estabilização, diluida nas proporções de 25 e 50%, sendo os meios formados com a adição de 10 ml das diluições acima mencionadas. Como controle, utilizou—se o meio GUILLARD (GUI) e água de estuário, sem a adicao da calda (ES).

No **segundo experimento**, utilizou—se uma calda obtida logo após a época da moagem (não mineralizada). Os meios foram formados com adição de 0, 20, 40, 60, 80 e 100 ml da calda, sem qualquer diluição prévia.

No **terceiro experimento**, utilizou—se uma calda mineralizada de lagoa de estabilização, porém, o periodo de mineralização foi inferior àquele observado com a calda do primeiro experimento. Os experimentos foram realizados com 0, 20 e 40 ml de calda (melhores adições obtidas no experimento anterior).

Em cada unidade experimental, manteve—se um volume final de 1.500 ml e adicionados 160 ml da cultura proveniente do ciclo de cultivo.

No **quarto experimento**, utilizou—se uma calda proveniente de um açude, onde a mesma encontrava—se diluida e aplicou—se uma nova metodologia. O meio foi formado pela adição de 40 ml de calda e as cepas obtidas da seguinte forma: a 1ª foi desenvolvida em meio GUILLARD completo; a 2ª em meio GUILLARD sem nitrogênio; na 3ª foi retirado o fósforo e na 4ª retirou—se o nitrogênio e o fósforo. Após o 4° dia, as cepas foram adicionadas as unidades experimentais.

No **quinto experimento** empregou—se a mesma metodologia do experimento anterior, sendo, entretanto, adicionados a partir do 2° dia, diariamente 10 ml de calda, formando uma adição final de 90 ml.

No primeiro, quarto e quinto experimentos, foram realizadas determinações dos teores de clorofila—a, seguindo—se as técnicas descritas por Strickland e Parsons (1965) e Unesco (1966).

Amostras para dosagem dos nutrientes (nitrito—N, nitrato—N e fosfato—P) foram retiradas no início e término dos experimentos, seguindo—se as técnicas descritas por Strickland e Parsons (1965). Tambén foram realizadas dosagems de salinidade e pH.

Para as densidades algais utilizou—se uma câmara Neubauer e um microscópio binocular Zeiss, sendo os resultados expressos em células/ml.

RESULTADOS

Crescimento Populacional Médio

O experimento com calda mineralizada a 25 e 50% apresentou o melhor crescimento algal médio, com 190.625 células/ml e 296.250 células/ml, respectivamente (Fig 1).

Para o 2° experimento, com calda não mine-

ralizada, as densidade algais não foram significativas, sendo inferiores a 40.000 células/ml a partir da adição de 60 ml, atingindo resultados dos mais significativos nas adições de 20 e 40 ml, com 77.750 e 90.000 células/ml, respectivamente (Fig. 2).

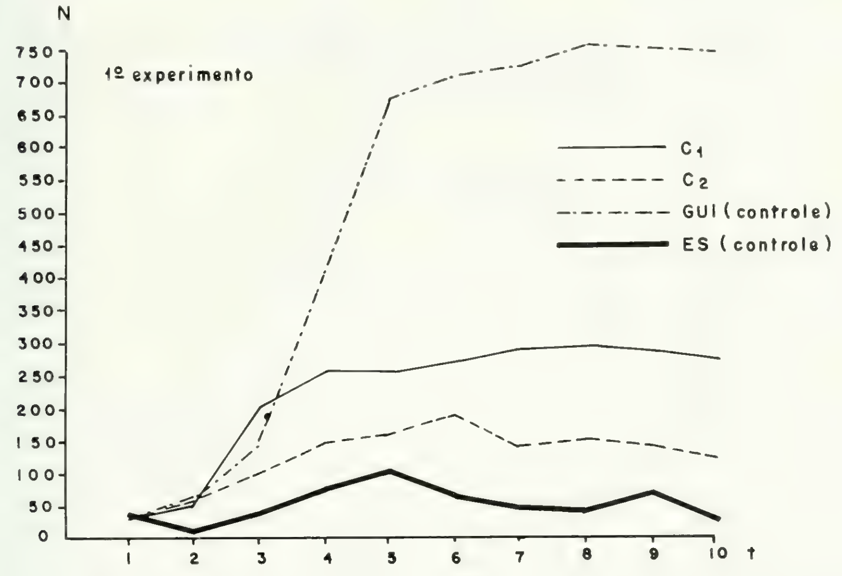


Fig. 1. Crescimento populacional médio de *Tetraselmis chuii*. N, número de células / ml (x 10^3) t, tempo em dias

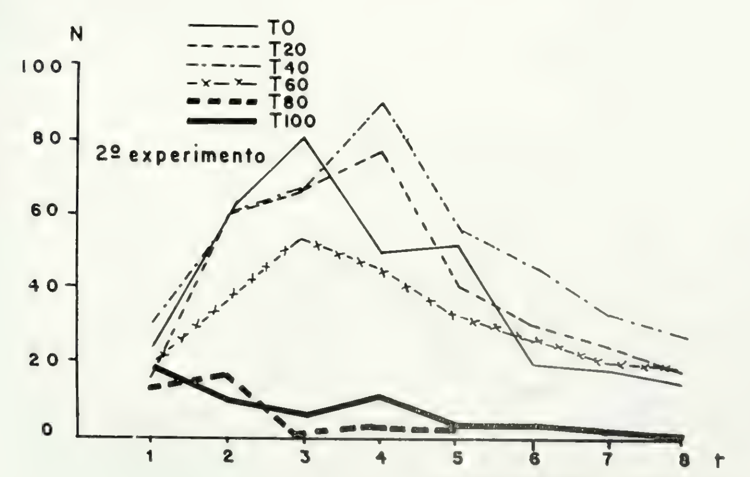


Fig. 2. Crescimento populacional médio de *Tetraselmis chuii*. N, número de células / ml (x 10^3) t, tempo em dias

Tendo no 2º experimento as adições de 20 e 40 ml apresentado os melhores resultados, no 3º experimento foram realizados testes com estas adições, obtendo—se uma média máxima de 135.416 células/ml na diluicão de 20 ml e 180.833 células/ml na diluição de 40 ml (Fig. 3).

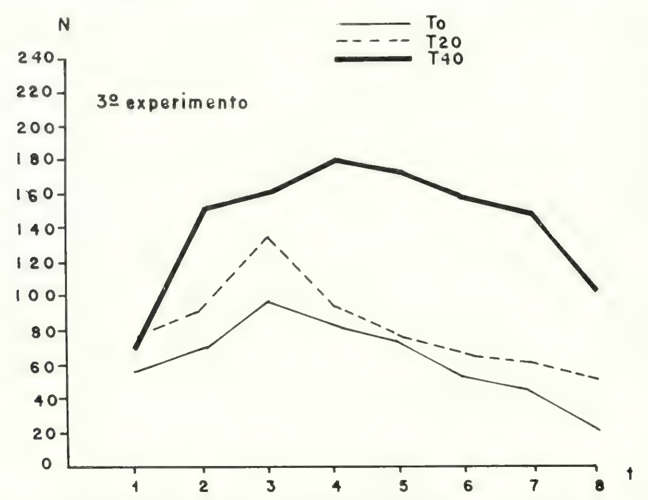


Fig. 3. Crescimento populacional médio de *Dunaliella tertiolecta* N, número de células /ml (x 10^3) t, tempo em dias.

Para o 4º e 5º experimentos, onde foram utilizadas cepas desenvolvidas em meio GUILLARD sem nitrogênio, sem fósforo, e sem nitrogênio e fósforo, observou—se um crescimento algal máximo de 95.833 células/ml sem nitrogênio, 93.750 sem fósforo e 99.166 células/ml sem nitrogênio e fósforo. Com a adição diária de calda às unidades experimentais, o crescimento algal foi mais significativo com 145.833 células/ml sem nitrogênio, 181.250 células/ml sem fósforo e 113.333 células/ml sem nitrogênio e fósforo (Figs. 4, 5).

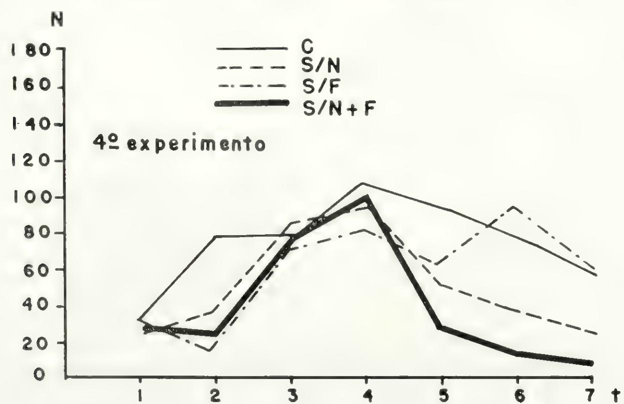


Fig. 4. Crescimento populacional médio de *Dunaliella tertiolecta* N, número de células /ml (x 10^3) t, tempo em dias.

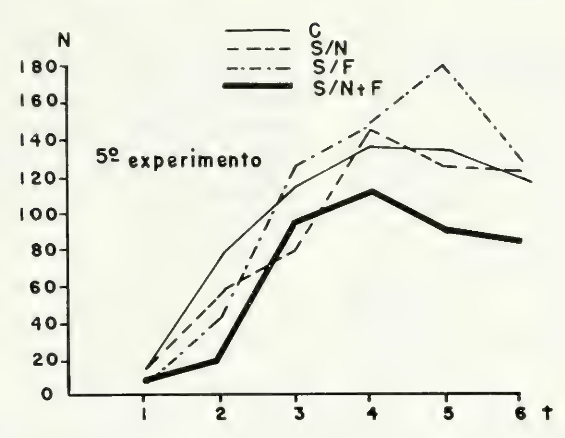


Fig. 5. Crescimento populacional médio de *Dunaliella tertiolecta* N, número de células / ml (x 10^3) t, tempo em dias.

Teores médios de clorofila—*a*

No 1° experimento, os teores máximos de clorofila—*a* oscilaram entre 148,05 mg/m³ e 158,42 mg/m³ com calda a 25 e 50% respectivamente (Fig. 6).

Fig. 6. Teor médio de clorofila-a (mg/m³) de *Tetraselmis chuii* nos diversos meios

Devido aos elevados custos dos filtros Millipore, não foram realizadas as medições de clorofila—*a* no 2º e 3º experimentos, os quais tinham a finalidade de se estabelecer as melhores concentrações do vinhoto.

Para o 4º experimento, o teor máximo foi de 97,91 mg/m³ de clorofila—*a* no meio sem nitrogênio; 117,72 mg/m³ de clorofila—*a* no meio sem fósforo e 107,00 mg/m³ de clorofila—*a* no meio sem nitrogênio e fósforo.

Já no 5º experimento, a adição diária aumentou estes valores, sendo 152,84 mg/m³ de clorofila—*a* no meio sem nitrogênio; 206,43 mg/m³ de clorofila-*a* no meio sem fósforo e 100,26 mg/m³ de clorofila—*a* no meio sem nitrogênio e fósforo (Figs. 7, 8).

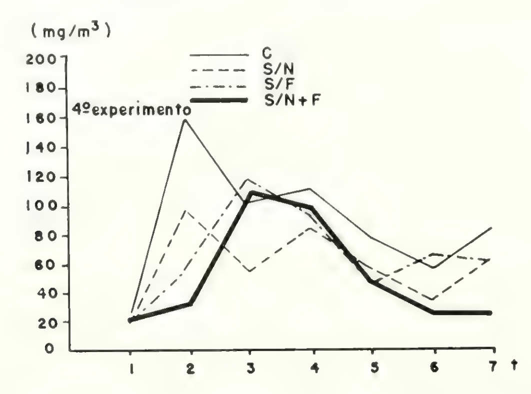


Fig. 7. Teores médios de clorofila a (mg/m³) de *Dunaliella tertiolecta*, nos diversos meios

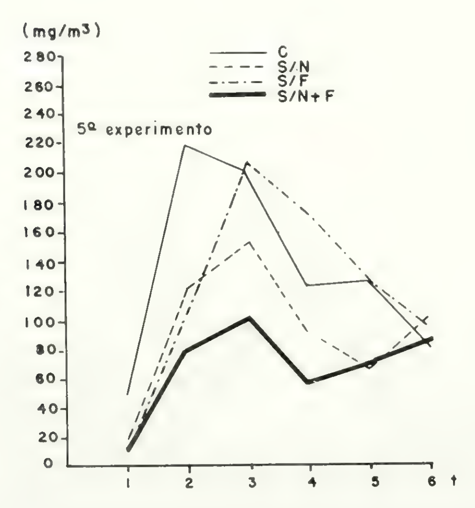


Fig. 8. Teores médios de clorofila a (mg/m³) de Dunaliella tertiolecta, nos diversos meios

Concentrações de nutrientes

No 1° experimento, inicialmente registraram—se elevadas concentrações de nitrito—N em todos os meios de cultura, com un valor máximo de 37,522 µg—at/l no meio com 25% de calda mineralizada e um mínimo de 30,317 µg —at/l no meio com 50% de calda mineralizada. Os valores de nitrato—N, porém, apresentaram uma variação mais acentuada entre os meios de cultura, com 32,295 µg—at/l (valor máximo) no meio com 50% de calda e 12,371 µg—at/l (valor mínimo) no meio com 25% de calda. Foram registrada para o fosfato—P, concentrações em torno de 1,000 µg—at/l, exceto no meio GUILLARD, que alcançou o valor de 22,696 µg—at/l. No final deste experimento, observou—se que os nutrientes, de uma maneira geral, foram assimilados (Tabela I).

TABELA I — Análise dos nutrientes da calda a 100% e diluída a 25% e 50% (1° Experimento)

MEIOS	NUTRIENTES (µg—at/l)			
	NO_2	NO_3	PO_4	pH
Calda a 100%	0.631	69.927	3.700	7.20
Calda a 50%	1.144	14.510	Não deu leitura	8.10
Calda a 25%	0.727	81.692	0.652	7.80

TABELA Ia — Análise dos nutrientes dos meios de cultura no início (17.07.85) e final do experimento (26.07.85).

DIAS	MEIOS	NUTRIENTES (µg—at/l)			
		NO_2	NO_3	PO_4	pH
17.07.85	C 50%	30,317	32,295	1,132	8,20
	C 25%	37,522	12,371	1,044	8,10
	GUI	33,545	29,228	22,696	8,10
	Es.	36,912	15,453	0,748	8,20
26.07.85	C 50%	0,059	0,430	0,476	8,30
	C 25%	0,011	0,655	0,750	8,30
	GUI	43,273	34,911	0,592	8,30
	Es.	0,053	3,601	0,600	8,20

N° 2 experimento, com calda não mineralizada, as concentrações iniciais de nitrito—N foram baixas: mínimo de 0,001 µg—at/l e máximo de 0,091 µg—at/l. O nitrato—N apresentou um valor máximo de 16,696 µg—at/l e um mínimo de 1,412 µg—at/l. Quanto ao fosfato—P, as concentrações oscilaram entre 13,375 µg—at/l e 0,140 µg—at/l. No final deste experimento observou—se que todos os valores de nutrientes diminuiram, determinando—se, por tanto, uma assimilação do nitrogênio e fósforo em quantidades menores do que no 1° experimento (Tabela II).

TABELA II — Análise dos nutrientes dos meios de cultura no início (17.01.86) e final dos experimentos (24.01.86). (2° Experimento.)

DIAS	MEIOS	NUTRIENTES (µg/at/l)			
		NO_2	NO_3	PO_4	pH
17.01.86	$T0_A$	0,072	15,300	0,258	7,90
	$T0_B$	0,051	16,030	0,140	7,90
	$T0_C$	0,091	14,000	0,437	8,10
	$T20_A$	0,041	7,239	1,097	7,00
	$T20_B$	0,085	6,535	0,277	6,60
	$T20_C$	0,046	3,921	0,164	7,45
	$T40_A$	0,034	14,000	3,532	6,90
	$T40_B$	0,062	11,262	2,964	7,50
	$T40_C$	0,036	9,936	4,772	7,40
	$T60_A$	0,021	16,696	5,083	6,70
	$T60_B$	0,012	11,432	3,386	7,00
	$T60_C$	0,041	13,061	3,023	7,00
	$T80_A$	0,010	1,452	10,999	6,10
	$T80_B$	0,041	1,412	7,527	5,40
	$T80_C$	0,032	3,276	4,897	5,30
	$T100_A$	0,062	6,341	13,375	5,20
	$T100_B$	0,010	4,560	12,524	5,00
	$T100_C$	0,001	2,368	10,261	5,20
24.01.86	$T0_A$	0,031	1,243	0,196	7,90
	$T0_B$	0,041	0,571	0,026	8,00
	$T0_C$	0,001	0,167	0,123	8,10
	$T20_A$	0,010	0,576	0,112	7,10
	$T20_B$	0,031	0,964	0,026	6,90
	$T20_C$	0,012	0,022	0,012	7,45
	$T40_A$	0,009	0,003	0,032	7,00
	$T40_B$	0,041	0,036	0,016	7,50
	$T40_C$	0,011	0,022	0,018	7,45
	$T60_A$	0,018	0,297	0,020	6,90
	$T60_B$	0,004	0,374	0,004	7,00
	$T60_C$	0,010	0,852	0,028	7,10
	$T80_A$	0,001	0,677	2,094	6,70
	$T80_B$	0,001	0,702	1,401	5,90
	$T80_C$	0,003	0,025	1,038	6,10
	$T100_A$	0,001	2,254	2,257	5,50
	$T100_B$	0,006	1,628	2,745	5,20
	$T100_C$	0,001	1,946	2,037	5,40

Em relação ao 3° experimento (calda mineralizada em um pequeno período), o nitrito—N inicial apresentou valores entre 6,564 µg—at/l e 1,276 µg—at/l. As concentrações de nitrato—N foram mais elevadas, oscilando entre 44,734 µg—at/l e 22,855 µg—at/l. Quanto ao fosfato—P, os valores também foram acentuados, com um valor máximo de 36,978 µg—at/l e um mínimo de 1,258 µg—at/l (Tabela III).

A assimilação do nitrogênio na forma de nitrito e nitrato, neste experimento, foi bem acentuada. O valor final de nitrito—N mais elevado foi de 0,061 µg—at/l e o de nitrato—N foi de 1,856 µg—at/l. Quanto ao fosfato—P, as concentrações finais apresentaram—se relativamente elevadas, verificando—se uma menor assimilação de fósforo em determinados meios.

No 4° e 5° experimentos, foram observados inicialmente valores baixos de nitrito—N (menores que 1,000 µg—at/l) e elevados valores de nitrato—N. No 5° experimento, devido a adição da calda, o nitrogênio em forma de nitrato alcançou valores acima de 30,000 µg—at/l. O valor máximo de nitrato—N no 4° experimento foi de

TABELA III — Análise dos nutrientes dos meios de cultura no início (20.06.86) e final dos experimentos (27.06.86). (3º Experimento).

DIAS	MEIOS	NUTRIENTES (µg—at/l)			
		NO_2	NO_3	PO_4	pH
20.06.86	TO_A	1,985	22,855	1,509	8,40
	TO_B	3,221	24,999	1,374	8,40
	TO_C	2,350	27,553	1,258	8,50
	$T20_A$	3,961	27,549	17,144	7,25
	$T20_B$	2,978	32,252	18,208	7,20
	$T20_C$	1,347	30,283	19,543	7,25
	$T40_A$	6,564	44,734	33,959	6,50
	$T40_B$	2,279	25,894	36,978	6,60
	$T40_C$	1,276	28,068	32,818	6,55
27.06.86	TO_A	0,010	1,797	0,426	8,15
	TO_B	0,001	1,464	0,406	8,25
	TO_C	0,001	1,459	0,522	8,25
	$T20_A$	0,030	1,376	12,771	8,25
	$T20_B$	0,001	1,556	9,965	8,25
	$T20_C$	0,001	1,856	2,651	8,25
	$T40_A$	0,001	1,608	11,591	8,25
	$T40_B$	0,061	1,490	2,980	8,15
	$T40_C$	0,040	1,447	22,543	8,15

27,262 µg—at/l e no 5º experimento foi de 42,196 µg—at/l. Cuanto aos valores mínimos, no 4º e 5º experimento foram registrados respectivamente 18,307 µg—at/l e 24,140 µg—at/l de nitrato—N. As concentrações de fosfato—P foram em torno de 3,000 µg—at/l no 4º e 2,000 µg—at/l no 5º experimento. O consumo quase total dos nutrientes foi observado através das baixas concentrações de todos os parâmetros no final destes experimentos (Tabelas IV, e V).

TABELA IV — Análise dos nutrientes dos meios de cultura no início (01.09.86) e final dos experimentos (07.09.86). (4º Experimento).

DIAS	MEIOS	NUTRIENTES (µg—at/l)			
		NO_2	NO_3	PO_4	pH
01.09.86	Ca	0,907	22,567	3,661	8,50
	Cb	1,058	23,043	3,283	8,70
	Cc	0,959	20,923	3,496	8,70
	S/Na	0,897	21,768	4,157	8,45
	S/Nb	0,907	18,307	3,708	8,70
	S/Nc	0,938	19,888	3,260	8,50
	S/Fa	0,969	25,222	2,575	8,60
	S/Fb	0,979	24,216	2,834	8,70
	S/Fc	0,949	27,262	3,000	8,70
	S/N + Fa	0,010	22,088	3,496	8,80
	S/N + Fb	1,041	20,249	3,094	8,80
	S/N + Fc	0,907	20,835	3,165	8,80
07.09.86	Ca	0,001	0,700	0,165	8,30
	Cb	0,001	0,912	0,260	8,35
	Cc	0,001	0,830	0,212	8,40
	S/Na	0,001	0,560	0,331	8,40
	S/Nb	0,001	0,547	0,307	8,40
	S/Nc	0,001	0,461	0,590	8,40
	S/Fa	0,001	0,139	0,317	8,40
	S/Fb	0,001	0,273	0,094	8,40
	S/Fc	0,001	0,599	0,685	8,45
	S/N + Fa	0,001	0,373	2,433	8,45
	S/N + Fb	0,031	0,245	0,638	8,45
	S/N + Fc	0,001	0,830	0,401	8,45

TABELA V — Análise dos nutrientes dos meios de cultura no início (16.10.86) e final dos experimentos (21.10.86). (5° Experimento).

DIAS	MEIOS	NUTRIENTES (μg—at/l)			
		NO_2	NO_3	PO_4	pH
16.10.86	Ca	0,568	37,764	2,173	8,42
	Cb	0,643	29,985	2,126	8,38
	Cc	0,697	34,179	2,315	8,44
	S/Na	0,493	35,906	3,023	8,45
	S/Nb	0,429	24,140	2,905	8,46
	S/Nc	0,407	28,671	3,071	8,46
	S/Fa	0,643	42,196	1,606	8,07
	S/Fb	0,611	31,826	1,819	8,50
	S/Fc	0,547	38,804	1,582	8,49
	S/N + Fa	0,429	27,780	2,409	8,49
	S/N + Fb	0,590	24,296	2,409	8,51
	S/N + Fc	0,450	26,028	2,220	8,52
21.10.86	Ca	0,225	0,020	0,189	8,60
	Cb	0,001	0,176	0,331	8,60
	Cc	0,032	0,018	0,354	8,60
	S/Na	0,150	0,033	0,236	8,60
	S/Nb	0,001	0,043	0,354	8,60
	S/Nc	0,001	0,240	0,331	8,60
	S/Fa	0,161	0,139	0,401	8,60
	S/Fb	0,001	0,043	0,236	8,60
	S/Fc	0,107	0,187	0,307	8,60
	S/N + Fa	0,001	0,525	0,968	8,60
	S/N + Fb	0,150	0,035	0,472	8,60
	S/N + Fc	0,064	0,035	0,449	8,60

O pH mostrou—se alcalino de um modo geral, com exceção do 2° experimento, onde se observou valores ácidos.

A salinidade, durante todos os experimentos, foi mantida entre 28°/oo e 29°/oo.

DISCUSSÃO

A utilização do vinhoto como meio de cultura para o desenvolvimento das microalgas apresentou resultados próximos aos alcançados com fertilizantes orgânicos.

Os melhores resultados foram obtidos com a calda mineralizada, sendo a calda não mineralizada não propícia ao desenvolvimento das microalgas, provavelmente, devido às baixas concentrações de nutrientes, a um pH variando de neutro a ácido e a uma grande quantidade de matéria orgânica.

As densidades algais obtidas nestes experimentos podem ser comparadas àquelas obtidas por Padilla (1975), utilizando extrato de solo e Oliveira e Koening (1984), utilizando caldo de peixe e esterco de gado.

A adição diária de 10 ml da calda favoreceu um melhor desenvolvimento das microalgas, chegando estas a alcançar um número de células/ml razoável e uma grande redução nos custos, quando comparados com os meios artificiais.

BIBLIOGRAFIA

GUILLARD, R.R.L. 1975. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In: Culture of Marine Invertebrate Animals. (Ed. by W.L. Smith and M.H. Chanley). pp. 29—60, New York.

GUIMARÃES, J.I. 1977. Cultivo de larvas de *Panaeus aztecus*, Ives e algas microscópicas. Projeto Camarão. Natal, BRASCAN NORDESTE, pp. 131. Convênio Brascan Nordeste/SAG.

OLIVEIRA, D.B.F. DE 1982. Produção em massa de microalgas na dieta do camarão larval. Int: Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarão, I, Natal—RN, 1981. pp. 327—39. Anais. EMPARN, Natal—RN.

OLIVEIRA, A.A.G. e KOENING, M.L. 1984. Crescimento exponencial de *Tetraselmis chuii* com fertilizantes orgânicos. Arquivos de Biologia e Tecnologia. Curitiba, 27(3):293—98.

PADILLA, M.G. 1975. Crecimiento poblacional de *Tetraselmis suecica* (Chlorophyceae) en ambiente controlado. Revista de Biología Marina, Valparaiso, 15(3):287—96.

STRICKLAND, J.D.H. and PARSON, T.R. 1965. A manual of sea water analysis. Bulletin Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, 125:1—205.

UNESCO. 1966. Determination of photosynthetic pigments in sea water. Report of SCOR/UNESCO, Working Group 17 with meet from 4 to 6 June 1964. Paris. pp. 69. (Monographys on Oceanography Methodology).

Gayana, Bot. 45 (1-4):265-274, 1988 ISSN 0016-5301

MICROFITOPLANCTON DA BAIA DE SÃO MARCOS (SÃO LUIS — MARANHÃO — BRASIL)*

MICROPHYTOPLANKTON OF THE BAY OF SÃO MARCOS (SÃO LUIS — MARANHÃO — BRASIL)

Guacyra de Lavôr-Fernandes**

RESUMO

Fazendo parte do complexo estuarino denominado Golfão Maranhense, a Baia de São Marcos, com área de aproximadamente 2.265 km^2, situa-se a oeste da Ilha de São Luís do Maranhão, limitando-se ao norte com o Oceano Atlântico através de uma linha imaginária que parte do antigo farol de Itacolomi até a Ilha do Curupu e, ao sul com a foz dos rios Mearim e Pindaré.

Efectuaram-se cinco campanhas durante os anos de 1984 e 1985, em duas estações fixas, coletando-se o material biológico utilizando-se rede de plâncton de 75 µm e 48 µm de abertura de malha, respectivamente durante o primeiro e segundo anos de coleta.

Entre os seis grupos componentes da microflora planctônica deste ambiente, *Bacillariophyceae* foi o que mais se destacou quanto-qualitativamente, tendo-se identificado 70 espécies e 3 variedades, distribuídas em 39 gêneros, predominando: *Coscinodiscus* (8 spp.), *Chaetoceros* (7 spp. e 1 var.), *Biddulphia* (6 spp. e 1 var.), *Rhizosolenia* (6 spp.), *Nitzchia* (4 spp. e 1 var.), *Triceratium* (3 spp. e 1 var.) e *Actinoptychus* (3 spp.).

Apenas *Biddulphia mobiliensis* (Bailey) Grunow, *B. regia* (Schultze) Ostenfeld e *Coscinodiscus jonesianus* (Greville) Ostenfeld apresentaram frequência de ocorrência de 100% tanto nás amostras de preamar quanto nas de baixamar.

Skeletonema costatum (Greville) Cleve foi a espécie mais importante pelos altos porcentuais de abundância relativa apresentada em algumas amostras, principalmente nos meses de agosto/84 e junho/85 quando ocorreu seu bloom

Neste ambiente predominaram as espécies marinhas com percentuais de 90,81%, sobre as limnéticas que representaram 9,19%

Entre as espécies marinhas destacaram-se as neriticas, com percentuais de 42,53%, em relação às litorais que apresentaram percentual de 27,59%, seguidas das espécies ocêanicas cujo percentual foi de 20,69%.

ABSTRACT

Forming part fo the estuarine complex know as the Golfão Maranhense, the Bay of São Marcos, with an area of aproximately 2.265 km^2, is situated to the west of the Island of São Luís state of the Maranhão and is limited of the north by the Atlantic ocean along an imaginary line between the old Itacolomi lighthouse and the Island of Curupu, and to the south by the mouth of the rivers Mearim and Pindaré.

Five campaigns at two fixed stations were made during the years 1984 and 1985, colecting the biological material using plankton nets of 75 µm and 48 µm mesh size during the first and second years respectively.

Of the six groups which comprise the planktonic microflora of this environment, *Bacillariophyceae* stoad out in terms of quality with 70 species and 3 varieties identified, distributed in 39 genera, principally *Coscinodiscus* (8 spp.), *Chaetoceros* (7 spp. and 1 var.), *Biddulphia* (6 spp.), *Rhizosolenia* (6 spp.), *Nitzchia* (4 spp. and 1 var.), *Triceratium* (3 spp. and 1 var.) e *Actinopthychus* (3 spp.).

Only *Biddulphia mobiliensis* (Bailey) Grunow, *B. regia* (Schultze) Ostenfeld and *Coscinodiscus jonesianus* (Greville) Ostenfeld occured in 100% of both the low water and high water samples.

Skeletonema costatum (Greville) Cleve was the most important species for its high relative abundance in some samples, principally in the months of august 1984 and june 1985 when its bloom occured.

In this environment the marine species predominated with 90,81% against 9,19% for liminetic species.

Of the marine species the neritic stoad out with 42,53%, in relation to the littoral species with 27,59% followed by the oceanic species with 20,69%.

KEYWORDS: Planktonic microflora, diatoms, relative abundance, São Marcos Bay (Brasil).

*Trabalho realizado com o apoio financeiro do Consórcio ALUMAR.

**Laboratório de Hidrobiologia - UFMa
Praça Gonçalves Dias, 21
65.001 - São Luis — Maranhão

INTRODUÇÃO

A Baía de São Marcos faz parte do denominado Golfão Maranhense. Vizando efetuar estudos para uma caracterização bio-ecológica e detectar os possíveis impactos ambientais em decorrência da implantação na Ilha de São Luís - Maranhão, da Indústria de Alumínio pertencente ao Consórcio ALUMAR, foi firmado convênio entre a Universidade Federal do Maranhão e a referida empresa, tendo como unidade executora o Laboratório de Hidrobiologia (LABOHIDRO) da UFMa, pelo qual seriam estudados detalhadamente aspectos químicos, físicos, geológicos e biológicos da região estuarina constituída pelo rio dos Cachorros, estreitos dos Coqueiros e Mosquitos e baías de São Marcos, do Arraial e de São José e áreas de manguezal adjacentes.

O estudo do fitoplancton fez parte do subprojeto plancton e, no presente trabalho é abordado a composição da fração microfitoplanctômica na baía de São Marcos, nos anos de 1984 e 1985, tentando-se relacionar as flutuações populacionais das principais espécies de microalgas, ás variações sazonais de certos fatores ambientais.

LOCALIZAÇÃO DA AREA

A área de estudo está situada na baía de São Marcos, num complexo estuarino com uma superfície de cerca de 2.265 Km², à oeste da Ilha de São Luís do Maranhão. Inserida no Golfo do Maranhão, tem como referencial geográfico a Ilha de São Luís do Maranhão, com coordenadas: latitude 02° 32' S e longitude de 44° 18' W. O material estudado foi obtido em dois pontos de amostragem codificados de estações I e III, com coordenadas aproximadas: Estação I, lat. 02°36'S e long. 44°22'W e Estação III, lat. 02°48'S e long. 44°25'W, de acordo com o mapa (Fig. 1).

MATERIAL E METODOS

Para o estudo da composição do microfitoplancton na baía de São Marcos foram escolhidos dois pontos de coleta denominados de Estação I e Estação III, os quais se encontram assinalados no mapa da região (Fig. 1), tendo-se realizado duas campanhas no ano de 1984, em maio e agosto e três no decorrer de 1985, no meses de abril, junho e agosto.

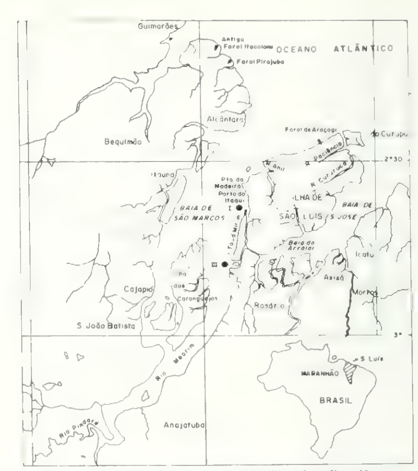


Fig. 1.- Localização das estações do microfitoplâncton. (Est. I e Est.III), na Baia de São Marcos, São Luís, Maranhao - Brasil.

Efectuaram-se as coletas com rede de fitoplancton com 1 metro de comprimento e boca de 30 cm de diâmetro. Na primeira etapa do trabalho (1984) utilizou-se rede com abertura de malha de 75 µm, e na segunda etapa (1985) a rede utilizada tinha abertura de malha de 48 µm.

Em cada estação de coleta fazia-se um arrasto na maré de enchente e outro na maré de vazante, utilizando-se barco em velocidade de aproximadamente 3 nós, mantendo-se a rede horizontalmente, próxima à superfície da água, durante 5 minutos, determinando-se para cada amostra a profundidade local (m), a temperatura (°C) e a salinidade (‰) da camada superficial da água. As amostras, num total de 18, acondicionaram-se em frascos individuais devidamente etiquetados, utilizando-se a técnica descrita por Newell e Newell (1963) e a montagem das lâminas permanentes das diatomáceas, segundo Muller-Melchers e Ferrando (1956).

Para a determinação da abundância relativa analisou-se de cada amostra uma subamostra de 0,5 ml, na qual identificaram-se as microalgas presentes, utilizando-se microscópio JENAVAL, considerando-se como 100% o número total de organismos de cada subamostra, daí calculando-se a abundância relativa. A abundância relativa dos principais grupos que compõem o microfitoplâncton do ambiente em estudo apreséntam-se nas Figs. 3 e 4.

Para a identificação das Bacillariophyceae serviram de apoio as obras de Van Heurck (1896), Péragallo e Péragallo (1897-1908), Cupp (1943), Eskinazi-Leça (1976) e Silva (1982).

RESULTADOS

Durante o presente período de estudo, a temperatura (°C) da camada superficial da água da baía de São Marcos não apresentou significativa variação. O valor máximo foi de 29,0° no mês de julho/85 na estação I durante a preamar e na estação III tanto na preamar quanto na baixamar. Os menores valores ocorreram no mês de abril/85 na estação I, onde obteve-se 27,7°C na preamar e 27,8°C na baixamar e na estação III na preamar, onde o termômetro acusou a temperatura de 27,6°C, sendo de apenas 1,4°C a variação deste parâmetro hidrológico.

Ao contrário da temperatura, a salinidade (‰) apresentou variação acentuada em relação a: 1) sazonalidade que, na Ilha de São Luís, Maranhão apresenta dois períodos bem distintos -o chuvoso que geralmente inicia em janeiro, prolongando-se até junho e o período de estiagem que vai de julho a dezembro; 2) localização da estação de coleta e 3) período de maré.

Observaram-se os valores mais elevados de salinidade no mês de agosto/85 (24,64‰), e agosto/84 (23,40‰), em pleno período de estiagem e, os menores valores em abril/85 chegando a 1,54‰, mês no qual geralmente ocorrem os maiores índices pluviométricos em São Luis.

Em relação às estações de coleta, verificou-se que a salinidade apresentou valores sempre mais elevados em todas as amostras de estação I em relação aos dados obtidos na estação III, podendo isso ser explicado devido ao fato desta última estação sofrer influência mais direta do deságue do rio Mearim. Como era de se esperar, na baixamar o valores de salinidade foram sempre mais baixos do que os obtidos na preamar.

TABELA I.- Dados hidrológicos de salinidade (‰) e temperatura da camada superficial da água na baía de São Marcos-Ilha de São Luís, Maranhão, durante os anos de 1984 e 1985.

MÊS/ANO	SALINIDADE (‰)				TEMPERATURA (°C)			
	ESTAÇÃO I		ESTAÇÃO III		ESTAÇÃO I		ESTAÇÃO III	
	PREA	BAIX	PREA	BAIX.	PREA	BAIX	PREA	BAIX
Maio/84	19.90	16.20	10.00	7.50	28.3	28.6	28.6	28.5
Agosto/84		23.40	—	20.00	—	28.6	—	28.5
Abril/85	14.93	9.01	1.54	27.70	27.8	27.6	27.6	28.3
Junho/85	15.80	9.50	5.55	2.40	29.0	28.6	29.0	29.0
Agosto/85	24.64	19.90	20.20	11.80	28.0	28.8	28.5	28.7

Em relação ao estudo da microflora planctônica deste ambiente, verificou-se que ela constitui-se por seis grupos de microalgas: Bacillariophyceae, Dinophyceae, Chlorophyceae, Cianophyceae, Euglenophyceae e Fitoflagelados. Destes, Bacillariophyceae foi o que desempenhou papel de maior destaque quantoqualitativamente, apresentando uma grande variedade de formas e os mais altos percentuais de abundância relativa (Figs. 2 e 3).



Fig. 2 Abundância relativa dos principais grupos de microfitoplâncton, estação I, na baía de São Marcos (São Luis MA) em campanhas realizadas durante os anos de 1984 e 1985

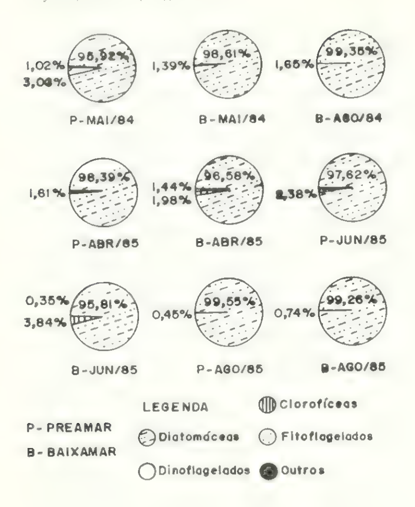


Fig. 3.- Abundância relativa dos principais grupos, de microfitoplâncton, estação III, na baía de São Marcos (São Luis-MA) em campanhas realizadas durante os anos de 1984 e 1985

Identificaram-se 70 espécies e 3 variedades de diatomáceas, distribuídas em 39 gêneros, 24 destes da subclasse CENTRICAE e 15 da subclasse PEENATAE. A subclasse CENTRICAE apresentou-se composta pelos gêneros: *Coscinodiscus* (8 spp.), *Chaetoceros* (7 spp. e 1 var.), *Biddulphia* (6 spp.), *Rhizosolenia* (6 spp.), *Triceratium* (3 spp. e 1 var.), *Actinoptychus* (3 spp.), *Cerataulus*, *Cyclotella*, *Hemiaulus* e *Melosira* com duas espécies e, com apenas uma espécie os gêneros *Aracnoidiscus*, *Bellerochea*, *Ditylum*, *Ethmodiscus*, *Eupodiscus*, *Guinardia*, *Lauderia*, *Leptocylindrus*, *Lithodesmium*, *Polymyxus*, *Skeletonema*, *Streptotheca*, *Terpsinoe* e *Thalassiosira*.

Da subclasse PENNATAE ocorreram os gêneros: *Nitzschia* (4 spp. e 1 var.), *Surirella* (2 spp.) e *Amphiprora*, *Asterionella*, *Bacillaria*, *Cylindrotheca*, *Diploneis*, *Frickea*, *Grammatophora*, *Gyrosigma*, *Thalassionema*, *Thalassiothrix* e *Tropidoneis*, com apenas uma espécie.

Dos demais grupos CYANOPHYCEAE foi o que apresentou maior número de táxons, identificando-se: *Anabaena* sp., *Merismopedia punctata*, *Nostoc* sp., *Oscillatoria* sp. e *Spirulina* sp.

Da classe CHLOROPHYCEAE identificaram-se: *Closterium setaceum*, *Micrasterias laticeps*, *Sphaerocystis* sp. e *Spirogyra* sp. Da classe EUGLENOPHYCEAE ocorreu apenas *Phacus* sp. e da classe DINOPHYCEAE as espécies *Ceratium fusus* e *Peridinium breve*.

Relação dos taxons determinados e dados ecologicos

— *Actinoptychus annulatus* (Wallich) Grunow: marinha, planctônica, litoral, mesohalóbia.

— *Actinoptychus splendens* (Schadbolt) Ralfs: marinha, plantônica, litoral, euhalóbia, eurihalina e meroplanctônica (MOREIRA, I.M.V., MOREIRA FILHO, H. e CUNHA, J.A., 1985.

— *Actinoptychus undulatus* (Bailey) Ralfs: marinha, litoral, eurihalina, meroplanctônica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Amphiprora alata* (Ehrenberg) Kutzing: marinha, litoral, mesohalóbia, ticoplanctônica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Anabaena* sp.: dulciaquícola, planctônica, penetrando em estuários e baías em época de alta pluviosidade.

— *Aracnoidiscus ehrembergii* (Bailey): litoral, encontrada ocasionalmente no plancton (CUPP, 1943).

— *Asterionella japonica* Cleve: marinha, planctônica, nerítica, eurihalina, ocasional no plancton oceânico (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Bacilaria paradoxa* Gmelin: marinha, litoral, planctônica, eurihalina (SOURNIA, 1968).

— *Bellerochea malleus* (Brightwell) van Heurck: marinha, planctônica, nerítica (VAN HEURCK, 1896).

— *Biddulphia longicruris* Greville: marinha, planctônica, nerítica, preferencialmente estuarina (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Biddulphia mobiliensis* (Bailey) Grunow: planctônica, nerítica e oceânica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Biddulphia regia* (Schultze) Ostenfeld: marinha, nerítica, planctônica, euriterma, eurihalina, mesohalóbia, frequente em estuários.

— *Biddulphia rhombus* (Ehrenberg) Wm. Smith: marinha, litoral, epífita, mesohalóbia, eurihalina, ticoplanctônica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Cerataulus smithii* (Ehrenberg) Ralfs: ma-

rinha, nerítica, polihalóbia, estenohalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Cerataulus turgidus* (Ehrenberg) Ehrenberg: marinha, nerítica, polihalóbia, estenohalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin: marinha, encontrada em regiões temperadas e tropicais (SOURNIA, 1967).

— *Chaetoceros subtilis* var. *abnormis* Proseckina-Lavrenko: marinha, nerítica, plantônica, eurihalina.

— *Chaetoceros affinis* Lauder: marinha, planctônica, nerítica, oceânica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Chaetoceros atlanticus* Cleve: marinha, planctônica, oceânica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Chaetoceros compressus* Lauder: marinha, planctônica, nerítica, oceânica e polihalóbia (MOREIRA et alli, 1985).

— *Chaetoceros lorenzianus* Grunow: marinha, planctônica, nerítica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Chaetoceros peruvianus* Brightwell: marinha, planctônica, oceânica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Chaetoceros teres* Cleve: marinha, nerítica, encontrada principalmente em mares temperados (CUPP, 1943).

— *Closterium setaceum* Ehrenberg: dulciaquícola, planctônica, penetrando em estuários e baías na época de alta pluviosidade.

— *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg: marinha, nerítica, euriterma, eurihalina (ESKINAZI-LEÇA, 1974).

— *Coscinodiscus curvatulus* Grunow: marinha, planctônica, nerítica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Coscinodiscus excentricus* Ehrenberg: marinha, litoral, ticoplantônica, eurihalina (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Coscinodiscus jonesianus* (Greville) Ostenfeld: marinha, planctônica, nerítica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984.

— *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg: marinha, planctônica, nerítica, oceânica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984)

— *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg: marinha, planctônica, nerítica, oceânica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg: marinha, planctônica, nerítica, oceânica polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg: marinha, plactônica, nerítica, eurihalina (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Cyclotella striata* (Kutzing) Grunow: marinha, litoral, mesohalóbia e eurihalina (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Cyclotella stylorum* Brightwell: marinha, litoral, mesohalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reiman e Lewis: marinha, litoral, mesohalóbia, ticoplantônica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Diploneis bombus* Ehrenberg: marinha, litoral, epífita, eurihalina (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Ditylum brightwelii* (West) Grunow: marinha, planctônica, nerítica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Ethmodiscus gazellae* (Janisch) Hustedt: marinha, planctônica, oceânica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Eupodiscus antiquus* (Cox) Hanna: marinha, planctônica, nerítica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Frickea lewisiana* (De Toni) Heiden: marinha, eurihalina (ESKINAZI-LEÇÃ, 1976).

— *Grammatophora marina* (Lyngbye) Kutzing: marinha, litoral, epífita, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Guinardia flaccida* (Castracane) H. Péragallo: marinha, planctônica, nerítica, polihalóbia (MOREIRA et alli, 1985).

— *Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) Rabenhorst: marinha, litoral, mesohalóbia, eurihalina (MOREIRA e MOREIRA FILHO, 1981).

— *Hemiaulus membranaceus* Cleve: marinha, plantônica e nerítica (MOREIRA et' alii, 1985).

— *Hemiaulus sinensis* Greville: marinha, planctônica, nerítica, polihalóbia (MOREIRA e MOREIRA FILHO, 1984).

— *Lauderia borealis* Gran: marinha, planctônica, nerítica, (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Leptocylindrus danicus* Cleve: marinha, planctônica, nerítica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Lithodesmium undulatum* Ehrenberg: marinha, plantônica, nerítica, euhalóbia,

eurihalina (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

Micrasterias laticeps Nordst: dulciaquícola, penetrando em estuários e baías na época de alta pluviosidade.

— *Melosira moniliformis* (O.F. Muller) Agardh: marinha, litoral, mesohalóbia, eurihalina, ticoplanctônica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Melosira sulcata* (Ehrenberg) Kutzing: marinha, litoral, eurihalina, meroplanctônica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Merismopedia punctata* Meyen: dulciaquícola, planctônica, penetrando em baías e estuários de alta pluviosidade.

— *Nitzschia obtusa* (Wm. Smith): marinha, mesohalóbia, eurihalina (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Nitzschia pungens* var *atlantica* Cleve: marinha, planctônica, nerítica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Nitzschia seriata* Cleve: marinha, planctônica, nerítica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Nitzschia sigma* (Kutzing) Wm. Smith: marinha, litoral, epífita, mesohalóbia, eurihalina, ticoplanctónica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Nostoc* sp: dulciaquícola, planctônica.

— *Oscillatoria* sp: planctônica, algumas espécies marinhas mas a maioria é dulciaquícola.

— *Peridinium breve* Paulsen: marinha, planctônica, nerítica.

— *Phacus* sp: dulciaquícola, planctônica.

— *Polymyxus coronalis* L.W. Bail.: mesohalóbia, indicadora de águas salobras (MOREIRA FILHO et alii, 1974).

— *Rhizosolenia alata* Brightwell: marinha, planctônica, oceânica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Rhizosolenia calcar-avis* Max Schultze: marinha, planctônica, oceânica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Rhizosolenia delicatula* Cleve: marinha, planctônica, nerítica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Rhizosolenia hyalina* Ostenfeld: marinha, planctônica.

— *Rhizosolenia robusta* Norman: marinha, planctônica, oceânica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Rhizosolenia setigera* Brightwell: marinha, planctônica, nerítica, oceânica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Rhizosolenia styliformis* Brightwell: marinha, planctônica, nerítica, oceânica, polihalóbia, eurihalina (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve: marinha, planctônica, nerítica, oceânica, polihalóbia, eurihalina (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Sphaerocystis* sp: dulciaquícola, planctônica, penetrando em estuários e baías na época de alta pluviosidade.

— *Spirogyra* sp. dulciaquícola, planctônica, penetrando em estuários é baías na época de alta pluviosidade.

— *Spirulina* sp.: planctónica, a maioria das espécies são de água doce, havendo algumas marinhas.

— *Streptotheca thamensis* Srubsole: marinha, planctônica, nerítica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Surirella fastuosa* Ehrenberg: marinha, litoral, mesohalóbia, eurihalina (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Surirella febigerii* Lewis: marinha, litoral, mesohalóbia, eurihalina (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Terpsionoe musica* Ehrenberg: marinha, litoral, mesohalóbia, eurihalina (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Thalassionema nitzschioides* (Grunow) van Heurck: marinha, planctônica, nerítica, oceânica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Thalassiosira minuscula* Krasske: marinha, planctônica, eurihalina, mesohalóbia.

Thalassiothrix frauenfeldii Grunow: marinha, planctônica, nerítica, oceânica, polihalóbia (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Triceratium contortum* Schadbolt: marinha, litoral, eurihalina.

— *Triceratium favus* Ehrenberg: marinha, litoral, estuarina, euhalóbia, eurihalina (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

— *Triceratium favus* var *quadrata* Grunow: marinha, litoral, polihalóbia, eurihalina (MOREIRA et alii, 1985).

— *Tropidoneis seriata* Cleve: marinha, litoral, polihalóbia, meroplanctônica (MOREIRA FILHO e MOREIRA, 1984).

Abundância relativa

Para a representação da abundância relativa de cada táxon, adotou-se o seguinte critério:

	< 5%	Raro (R)
5 %	⊢ 30%	Pouco Abundante (PA)
30 %	⊢ 50%	Abundante (A)
	≥ 50%	Muito Abundante (MA)

Dos seis grupos de microalgas que ocerraram na baía de São Marcos, o grupo das diatomáceas foi o que apresentou os mais altos percentuais de abundância relativa (Fig. 2 e 3). O menor percentual apresentado por este grupo, foi de 95,65% na amostra obtida durante a preamar no mês de maio/84, na estação I e o percentual mais elevado foi de 99,88% na amostra coletada na estação I, em junho/85, tambén na preamar. Na estação III, o menor percentual obtido para as diatomáceas foi de 95,81%, em junho/85 na baixamar e o maior foi de 99,55%, apresentado pela amostra de agosto/85 na preamar.

Em alguns meses, as amostras obtidas na preamar apresentaram percentuais de abundância relativa mais elevados para o grupo das diatomáceas, em relação às amostras coletadas durante a baixamar (junho/85, nas duas estações de coleta), tendo também ocorrido o inverso no mês de maio de 1984, quando, nas duas estações este percentual apresentou-se mais elevado nas amostras de baixamar.

Os Dinoflagelados apresentaram significativa abundância relativa apenas em maio/84 nas amostras obtidas durante a preamar, nas duas estações de coleta (estação I= 3,63% e estação III= 3,06%).

O grupo de Clorofíceas apresentou representatividade apenas na estação III, nas amostras dos meses de abril e junho, obtidas durante a preamar; fitoflagelados apresentaram significância em termos de abundância relativa grupal, apenas em junho/85, na estação I, durante a baixamar, com percentual de 3,30% e em agosto/85 na estação III, também na baixamar, com 0,74%.

Em nenhuma amostra, o grupo das Cianofíceas apresentou abundância relativa significante.

Em termos específicos, verificou-se que *Skeletonema costatum*, foi a única espécie de diatomácea que apresentou-se muito abundante em algumas amostras. Seus máximos de abundância relativa foram registrados nos meses de agosto/84 e na estação I, na baixamar, com 86,87% e na estação III também na baixamar com percentual de 42,58% e em junho/85 na estação I tanto na preamar (77,03%) quanto na baixamar (74,80%) e na estação III apenas na preamar (86,35%).

Apenas cinco espécies de Bacillariophyceae apresentaram-se abundantes, em algumas amostras, sendo estas: *Bellerochea malleus* (E-I, agosto/85 - preamar); *Coscinodiscus jonesianus* (E-I, abril/85 - preamar e E-III, maio/84 - baixamar e abril/85 - preamar); *Coscinodiscus* sp. (E-I, maio/84 - preamar e, no mesmo mês, na E-III na baixamar); *Skeletonema costatum* (E-III, agosto/84 - baixamar) e *Triceratium favus* (apenas na E-III, maio/84 - preamar e abril/85 - baixamar).

Os demais organismos componentes do microfitoplancton desde ecossistema apresentaram-se pouco abundante e/ou raros.

Frequência de ocorrência

Calculou-se a frequência de ocorrência de cada espécie nas amostras obtidas durante a preamar separadamente das obtidas durante a baixamar, considerando-se como 100% o número total das amostras coletadas na maré de enchente ou na maré de vazante. Observou-se que certas espécies foram mais frequentes durante a preamar ou durante a baixamar.

Adotou-se o seguinte critério para a classificação das espécies em relação aos percentuais de frequência de ocorrência:

	> 50%	Muito Frequente
50 %	⊢ 30%	Frequente
30 %	⊢ 15%	Pouco Frequente
	≤ 15%	Esporádica

Na baía de São Marcos, considerando-se as amostras de preamar, destacaram-se como muito frequentes, as seguintes espécies, em ordem decrescente em termos percentuais: *Biddulphia mobiliensis, B. regia, Coscinodiscus jonesianus, C. lineatus, C. oculus-iridis, Melosira moniliformis, Skeletonema costatum, Thalassiothrix frauenfeldii, Bellerochea malleus, Coscinodiscus* sp., *Ethmodiscus gazellae, Triceratium favus, Coscinodicus radiatus, Cylindrotheca closterium, Ditylum brightwellii, Gyrosigma/Pleurosigma, Nitzschia sigma, Polymyxus coronalis* e *Rhizosolenia setigera.*

As espécies frequentes, foram: *Actinopty-*

chus undulatus, Bacillaria paradoxa, Biddulphia sp., *Coscinodiscus centralis, Eupodiscus antiquus, Nitzschia obtusa, Actinoptychus splendens, Chaetoceros affinis, C. teres, Chaetoceros* sp., *Lithodesmium undulatum, Navicula* sp., *Rhizosolenia calcar-avis, R. styliformis* e *Tropidoneis seriata.*

Apresentaram-se pouco frequentes as espécies: *Asterionella japonica, Cerataulus smithii, Ceratium fusus, Chaetoceros atlanticus, C. compressus, C. lorenzianus, Cyclotella stylorum, Cyclotella* sp., *Gyrosigma balticum, Guinardia flaccida, Hemiaulus sinensis, Nitzschia* sp., *Rhizosolenia alata, R. hyalina, Streptotheca thamensis, Thalassionema nitzschioides, Triceratium contortum* e *T. favus* var *quadrata.*

As microalgas esporádicas foram: *Actinoptychus* sp., *Amphiprora alata, Anabaena* sp., *Aracnoidiscus ehrembergii, Cerataulus* sp., *Closterium setaceum, Chaetoceros peruvianus, Cocconeis* sp., *Coscinodiscus curvatulus, C. perforatus,* fitoflagelados verde, *Frickea lewisiana, Grammatophora marina, Hemiaulus membranaceus, Leptocylindrus danicus, Melosira sulcata, Nitzschia pungens* var *atlantica, Nostoc* sp., *Oscillatoria* sp., *Peridinium breve, Rhizosolenia delicatula, Spirogyra* sp., *Surirella fastuosa, S febigerii, Terpsinoe musica* e *Thalassiosira* sp.

Nas coletas efetuadas durante a maré de vazante (baixamar), as seguintes espécies foram muito frequentes, considerando-se os percentuais de frequência de ocorrência entre 100% ⊢—50%: *Biddulphia mobiliensis, B. regia, Coscinodiscus jonesianus, Coscinodiscus* sp., *Triceratium favus, Bellerochea malleus, C. lineatus, C. oculus-iridis, Melosira moniliformis, Skeletonema costatum, Gyrosigma/Pleurosigma, Nitzschia sigma, Thalassiothrix frauenfeldii, C. perforatus, Ethmodiscus gazellae, Polymyxus coronalis, Nitzschia obtusa, C. centralis, C. radiatus, Eupodiscus antiquus, Actinoptychus splendens, Cylindrotheca closterium* e *Triceratium contortum.*

Foram frequentes os seguintes organismos: *Actinoptychus undulatus, Biddulphia* sp., *Coscinodiscus curvatulus, Ditylum brightwellii,* Fitoflagelado verde, *Melosira sulcata, Navicula* sp., *Tropidoneis seriata, Bacillaria paradoxa, Cyclotella stylorum, Lithodesmium undulatum, Rhizolenia calcar-avis, Thalassionema nitzschioides* e *Triceratium favus* var *quadrata.*

As seguintes espécies apresentaram-se pouco frequentes: *Actinoptychus* sp., *Amphiprora alata, Cerataulus smithii, Chaetoceros affinis, Coscinodiscus excentricus, Nitzschia pungens* var *atlantica, Rhizosolenia robusta, R. setigera, R. styliformis, Surirella febigerii, Thalassiosira* sp., *Actinoptychus annulatus, Asterionella japonica, Biddulphia longicruris, Chaetoceros subtilis* var *abnormis, C. teres, Chaetoceros* sp., *Closterium setaceum, Cyclotella striata, Cyclotella* sp., *Diploneis bombus, Frickea lewisiana, Gyrosigma balticum, Leptocylindrus danicus, Merismopedia punctata, Oscillatoria* sp., *Peridinium breve, Phacus* sp., *Rhizosolenia alata, Spirogyra* sp., *Surirella fastuosa, Terpsinoe musica* e *Thalassiosira* sp.

As espécies com frequência de ocorrência abaixo de 15% e portanto, esporádicas, foram as seguintes: *Anabaena* sp., *Arachnoidiscus ehrembergii, Biddulphia rhombus, Cerataulus turgidus, Chaetoceros atlanticus, C. compressus, Cocconeis* sp., *Guinardia flaccida, Hemiaulus sinensis, Lauderia borealis, Micrasterias laticeps, Nitzschia seriata, Nitzschia* sp., *Rhizosolenia delicatula R. hyalina, Streptotheca thamensis, Sphaerocystis* sp. e *Spirulina* sp.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

De uma maneira geral, a microflora planctônica da baía de São Marcos não apresentou sensível variação na sua composição na estação de estiagem comparando-se à estação chuvosa, apesar de verificar-se notada variação sazonal nos teores de salinidade que, em abril/85 apresentou o valor de 1,54‰ e em agosto/85 este parâmetro foi de 26,64‰.A nível de espécie observou-se que *Skeletonema costatum* foi o organismo que respondeu mais diretamente à variação deste parâmetro hidrológico, o que será discutido mais adiante.

Bacillariophyceae foi o grupo mais importante, tendo-se identificado 70 espécies e 3 variedades, distribuídas em 39 gêneros, dentre os quais destacaram-se: *Coscinodiscus* (8 spp.), *Chaetoceros* (7 spp. e 1 var.), *Biddulphia* (6 spp.), *Rhizosolenia* (6 spp.), *Nitzschia* (4 spp. e 1 var.), *Triceratium* (3 spp. e 1 var.), *Actinopthychus* (3 spp.), *Cerataulus, Cyclotella, Hemiaulus, Melosira* e *Surirella* com duas espécies, apresentando-se os demais gêneros com apenas uma espécie.

Apesar dessa grande variedade de formas apenas três espécies foram permanentes (frequência de ocorrência de 100%) tanto na preamar

quanto na baixamar, sendo estas: *Biddulphia mobiliensis*, *B. regia* e *Coscinodiscus jonesianus*.

Neste ecossistema, a espécie que mais se destacou foi *Skeletonema costatum*, pelos altos percentuais de abundância relativa, a qual apresentou-se muito abundante em algumas amostras e abundante em outras, apresentando picos de floração nos meses de agosto/84 e junho/85. Esta espécie, nos estuários e baías da Ilha de São Luís-MA, normalmente apresenta bloom durante os meses de abril e maio ou logo após estes dois meses, que são os de máxima pluviosidade.

Além de *Skeletonema costatum* destacaramse como abundantes em algumas amostras as seguintes espécies de diatomáceas: *Bellerochea malleus*, *Coscinodiscus jonesianus*, *Coscinodiscus* sp. e *Triceratium favus*.

A grande maioria das espécies de diatomáceas da baía de São Marcos, que é considerada um ecossistema estuarino, são comuns em outras regiões estuarinas do Brasil, com exceção de duas espécies: *Actinoptychus annulatus* citada apenas para o Estado do Maranhão, na região estuarina de Coqueiro - São Luís, Maranhão (LOPES e LAVÔR-FERNANDES, 1984), baía de Capim (ESQUINAZI-LEÇA et al, 1985), baía de Mangunça - Maranhão (OLIVEIRA et alii, 1986) e *Polymyxus coronalis* espécie conhecida apenas para o estuário do rio Guamá - Pará (MOREIRA FILHO et al, 1974) e região estuarina de Coqueiro - São Luís, Maranhão (op. cit.) e estuário do rio Paciência, São Luís - Maranhão (LAVÔR-FERNANDES - no prelo).

Neste ambiente predominaram as espécies marinhas com 90,81%, sobre as dulciaquícolas que representaram perceptual de 9,19%. As espécies mais bem representadas foram as marinhas neríticas com 42,53%, em relação às marinhas litorais e as oceânicas que apresentaram, respectivamente, percentuais de 27,59% e 20,69%.

As espécies limnéticas foram as seguintes: *Anabaena* sp., *Closterium setaceum*, *Merismopedia punctata*, *Micrasterias laticeps*, *Nostoc* sp., *Phacus* sp., *Sphaerocystis* sp., e *Spirogyra* sp., todas consideradas raras em termos de abundância relativa. Como *Oscillatoria* sp., e *Spirulina* sp., pertenecem a gêneros onde a maioria das espécies são limnéticas havendo também, espécies marinhas e, não foi possível caracterizá-las ecologicamente em termos de salinidade; as mesmas não entraram no computo das espécies limnéticas nem marinhas.

O grupo das Clorofíceas, representado apenas por gêneros de algas limnéticas, apresentou representatividade apenas na estacao III, nos meses de abril e junho, podendo-se explicar tal ocorrência, levando-se em conta que nesta estação de coleta a salinidade apresentou sempre valores mais baixos principalmente nos meses chuvosos e durante a baixamar e, observando-se o mapa de localização da baía de São Marcos (Fig. 1), verifica-se que a estação III sofre influência mais direta do deságue do rio Mearim, o que justifica tais observações. A pesar destas Clorofíceas serem habitualmente dulciaquícolas elas apresentam-se capazes de penetrar num ambiente de baixa salinidade, suportando portanto a elevação do teor de sais da água, podendo estas espécies de algas verdes serem classificadas como limnéticas estenohalinas.

As Euglenofíceas representaram-se apenas por *Phacus* sp., que ocorreu apenas na baixamar, considerando-se espécie rara em termos de abundância relativa.

O grupo dos Dinoflagelados apresentaram apenas duas espécies: *Ceratium fusus* e *Peridinium breve*, ambas raras e pouco frequentes neste ambiente durante o período estudado, explicando-se tal fato pela preferência destes organismos por águas mais afastadas da costa, as quais são mais límpidas apresentando valores muito baixos ou quase nulos de material em suspensão e maior estabilidade dos valores de salinidade durante os ciclos sazonais.

AGRADECIMIENTOS

A Profa. Dra. Enide Eskinazi-Leça do Departamento de Oceanografia da UFPe pela revisão do texto.

As demais pessoas que, de alguma forma contribuiram para a execução deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

CUPP, E.E. 1943. Marine Plankton of the west coast of North America. B. Scripps Inst. Oceanogr. 5: 1-237.

ESKINAZI LEÇA, E. 1974. Composição e distribuição do microfitoplancton na região do Canal de Santa Cruz (Pernambuco-Brasil). Recife, 129 p. Tese de Livre Docência. Instituto de Biociências da Universidade Federal de Pernambuco.

ESKINAZI LEÇA, E. 1976. Taxonomia e distribuição das diatomáceas (Bacillariophyceae) na Lagoa de Mundaú (Alagoas - Brasil). Recife, 88 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco.

ESKINAZI LEÇA, E., GUSMAO, L.P., e SILVA M.G.G., 1985 Microfitoplâncton da baía do Capim (Estado do Maranhão, Brasil). In Anais da VIII Reunião Nordestina de Botânica, Recife, p. 57-81.

LAVÔR FERNANDES, G. 1987 O microfitoplancton no estuário do rio Paciência (Paço do Lumiar - MA). Bol. Lab. Hidrob. São Luis. Univ. Fed. Ma. (no prelo).

LOPES, M.J.S. e LAVÔR FERNANDES, G., 1984. Sub-Projeto plâncton. In: UFMA/LABOHIDRO. Levantamento Bioecológico na área de influência da Indústria de Alumínio do Consórcio ALUMAR na Ilha de São Luis - MA, relatório técnico. São Luis, nov. 83/ abr. 84, 104 p.

MOREIRA FILHO, H.; MOREIRA I.M.V. e CECY, I.I., 1974 Diatomáceas do Rio Guamá (Foz do Rio Belém - Estado do Pará). Leandra, Rio de Janeiro (4 - 5): 123-135.

MOREIRA, I.M.V. e MOREIRA FILHO, H., 1981. Diatomáceas do Pontal do Sul, Município de Paranaguá-Estado do Paraná, Brasil (Chrysophyta, Bacillariophyceae). Phycologia latino-americana, S.C. 1: 157-84

MOREIRA FILHO, H. e MOREIRA, I.M.V., 1984. Catálogo (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas do Paraná, Brasil. Acta Biológica Paranaense, 13 (1,2,3,4): 3-49.

MOREIRA, I.M.V., MOREIRA FILHO, H. e CUNHA, J.A., 1985. Diatomáceas (Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas, nas praias de Atami e Shangrilá, Paranaguá, Estado do Paraná, Brasil. Estudos de Biologia, Universidade Católica do Paraná (12): 2-47.

MULLER MELCHERS, F.C. e FERRANDO, H.J., 1956. Técnica para el estudio de las diatomes. Boletim Instituto Oceanográfico. São Paulo, 7 (1/2): 151-160.

NEWELL, G.H. and NEWELL, R.C., 1963. Marine plankton a practical guide. London, Hutchinson Educat. Ltd. 221 p.

OLIVEIRA, D.B.F., ESKINAZI LEÇA, E. e KOENING, M.L., 1986. Microfitoplancton da baía de Mangunça (Estado do Maranhão - Brasil). Boletim Técnico EMPARN, Natal (15): 1-22.

PERAGALLO, H. et PERAGALLO, M., 1897-1908. Diatommés marines de France et des districtis voisins. Paris, J. Tempère, 491 p

SILVA, M.G.G. 1982. Diatomáceas (Bacillariophyceae) da plataforma continental de Pernambuco - Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 345 p.

SOURNIA, A. 1967. Le genre *Ceratium* (peridinien planctonique) dans le canal de Mozambique. Contribution a une revision mondiale. Vie et Milieu, 18: (2-3-A): 375-500.

SOURNIA, A. 1968. Diatomées planctoniques des Canal de Mozambique et de l'Isle Maurice. Memoire ORSTOM. Paris (31): 1-120.

VAN HEURCK, H. 1896. A treatise on the diatomaceae. London, William Wesley & Son. 559 p.

Gayana, Bot. 45 (1-4):275-281, 1988

ISSN 0016-5301

DIATOMEAS EN TAPETES MICROBIANOS DE PUERTO RICO

DIATOMS IN MICROBIAL MATS OF PUERTO RICO

J. Nelson Navarro*

RESUMEN

Se informa la presencia de tres especies de diatomeas en los tapetes microbianos de Cabo Rojo, Puerto Rico. Estas son:
Licmophora normaniana (Grev.) Wahrer; *Mastogloia braunii* Grun. y *Nitzschia lanceolata* W. Sm. Este es el primer informe taxonómico de diatomeas viviendo en estas condiciones. Se acompaña con datos de distribución, medidas y microfotografías tomadas con el microscopio fotónico y de barrido. *L. normaniana* es reportada por primera vez en Puerto Rico.

Los tapetes microbianos están siendo estudiados en diferentes partes del mundo por su importancia en la comprensión de las primeras etapas del proceso evolutivo en el planeta hace unos 3.5 billones de años.

ABSTRACT

Three common species of diatoms: *Licmophora normaniana* (Grev.) Wahrer; *Mastogloia braunii* Grun. and *Nitzschia lanceolata* W. Sm. were studied in microbial mats in Cabo Rojo, Puerto Rico. This is the first taxonomic report on diatoms living on these conditions. Its world distribution, measurements and microphotographs taken with light and scanning electron microscopy (SEM) are given. *L. normaniana* is reported as new record for Puerto Rico.

The microbial mats have a great scientific interest because these communities possibly signaled the first appearance of photosynthesis and, as such, are of relevance to studies of the evolution of the early Earth, 3.5 billions of years ago.

KEYWORDS: Diatoms, taxonomy, microbial mats, Puerto Rico.

INTRODUCCION

Los tapetes microbianos son comunidades bentónicas cuyos organismos dominantes son procariontes fotosintéticos, generalmente cianobacterias y bacterias fotosintéticas; sólo en algunos casos por microalgas eucarióticas, tales como diatomeas. Estos tapetes se encuentran en ambientes acuáticos y se les considera como estructuras organosedimentarias formadas por una combinación de la actividad microbial y la deposición de sedimentos. El resultado es una estructura normalmente laminada, no sólo observable a simple vista sino que también a nivel de micrones (Bauld, 1984).

Los tapetes son estudiados por diferentes especialistas: microbiólogos, ecólogos, botánicos, etc.; incluyendo también a paleontólogos, bioquímicos, geólogos y evolucionistas. Y pueden estudiarse por razones estrictamente científicas o económicas.

*Departamento de Biología
Universidad Católica de Puerto Rico
Ponce, Puerto Rico 00731

Desde el punto de vista científico, muchos autores están de acuerdo que los tapetes microbianos son comunidades análogas modernas de las antiguas comunidades mocrobianas que formaron los estromatolitos hace unos 3.5 billones de años. Aquellas comunidades fueron posiblemente las que produjeron el oxígeno en la atmósfera, puesto que ellos fueron los primeros en efectuar el proceso de fotosíntesis. Y con esto permitieron la evolución de formas de vida superior. Por esto, los tapetes modernos están ayudando en forma vital a la comprensión de las primeras etapas del proceso evolutivo en el planeta (Bauld 1984; Revsbech and Ward, 1984; Cohen et al., 1984; Margulis and López, 1985).

En relación a su importancia económica, se piensa que éstos originaron la formación de depósitos de minerales sulfurados. También, podrían ser recursos importantes de hidrocarburos (Bauld, 1984).

La distribución mundial de estos tapetes microbianos modernos ya se ha reportado en trabajos recientes y es evidente que sólo están restringidos a ciertos lugares con condiciones especiales. Por ejemplo: Shark Bay, Western Australia; Spencer Gulf, South Australia; Solar Lake, Sinaí; Baja California, México; Yellowstone National Park, U.S.A., y pueden incluirse también las vertientes termales de profundidades en el Océano Pacífico (Cohen et al., 1984). La mayoría de ellos se caracteriza por ser lugares hipersalinos, hasta 360‰ en Sianí, o de altas temperaturas: 66-74 °C, en vertientes termales, ocupando zonas intermareales sujetas a las fluctuaciones de salinidad y desecación bastante extremas.

El ambiente hipersalino restringe severamente la diversidad de los eucariontes y cuando aparecen no son parte integral de la comunidad del tapete (Margulis et al. 1980). Es por esto que en casi la totalidad de los tapetes modernos estudiados las cianobacterias y bacterias son las que abundan y dominan. Otros microorganismos pueden acompañar a éstos según sean las condiciones: protozoos, nemátodes, etc. (Gerdes y Krumbein, 1984).

En general, las diatomeas han sido sólo mencionadas como un grupo más de microorganismos, o en algunos casos con un poco más de detalles. Bauld (1984) describe a diatomeas que poseen pedúnculos gelatinosos como responsables también en la cohesión de los tapetes, realizando un papel análogo al de las cianobacterias filamentosas. Gerdes y Krumbein (1984) mencionan tres géneros: *Amphora*, *Nitzschia* y *Navicula*, presentes en los tapetes de Gavish Sabkha, Sinaí. Pero no se han efectuado estudios más detallados en relación a éstas.

En los tapetes de Cabo Rojo, Puerto Rico, no se ha realizado ningún tipo de trabajo científico hasta el momento. Este es el primer informe taxonómico sobre las diatomeas más comunes que existen en ellos.

MATERIAL Y METODOS

El área de estudio, donde existen los tapetes microbianos, está localizada en el extremo suroeste de la Isla de Puerto Rico (17° 58' N; 67° 10' W). En la zona, que se encuentra en el camino hacia los Morrillos de Cabo Rojo, existen varias compañías salineras, aprovechando las condiciones geográficas y climáticas del lugar. Esta se encuentra en una península conectada con un estrecho istmo, donde es fácil empozar el agua de mar al subir la marea. La temperatura promedio del área es bastante alta y la evaporación es intensa, lo que convierte a estas extensiones en salinas naturales, alcanzando salinidades que duplican las del agua de mar en las charcas que quedan aisladas. Margalef (1962) señala algunos organismos dominantes en estas condiciones: las cianobacterias *Aphanothece*, *Gomphosphaeria* y *Spirulina*; volvocales del género *Platymonas*; dinoflagelados como *Exuviaella* y diatomeas del género *Nitzschia*. Menciona también a los tapices de *Hidrocoleus chthonoplastes* en el fondo, probablemente refiriéndose a estos tapetes microbianos.

En el área, hay también zonas fangosas con pequeños árboles de *Avicennia* repartidos alrededor del agua, con plantas halófilas *(Sesuvium)* entre las cuales abundan los cangrejos del género *Uca*.

Las muestras de los tapetes han sido tomadas en diferentes ocasiones a partir del año 1984, cuando la Dra. Lynn Margulis (Universidad de Boston) en una visita a Puerto Rico, nos señaló la presencia de los tapetes en Cabo Rojo y su importancia en estudiarlos.

Junto a las muestras se tomaron medidas de salinidad, que fluctúa entre los 58 y 70‰ y de temperatura del agua que se mantiene en los 34 y 36 °C.

Las diatomeas se observaron con el microscopio de disección, separándolas de entre las cianobacterias que dominaban la muestra. Luego se sometieron a los métodos convencionales de tratamiento para su observación en laminillas permanentes y para estudiarlas con el microscopio electrónico de barrido (SEM). Otras células se mantuvieron en cultivo, usando el medio de Erdschreiber, en una cámara de cultivos con un régimen de 14:10. Todas crecieron normalmente en una salinidad de 36‰.

RESULTADOS

El análisis de las muestras, donde dominaban cianobacterias de diferentes géneros, bacterias heterótrofas y fotosintéticas (observaciones no publicadas), protozoos, estados larvales de insectos y crustáceos, incluyendo también algunos nemátodos, demostró también la presencia de tres diatomeas dominantes. Junto a ellas, en ciertas ocasiones se observaron pequeñas diatomeas del género *Amphora* pero en número mucho menor. Estas tres diatomeas que se observaron comúnmente fueron:

1. *Licmophora normaniana* (Grev.) Wahrer. (Figs. 1-5)

Recientemente, Wahrer et al. (1985) transfirieron esta especie del género *Campylostylus* al género *Licmophora*, realizando una completa descripción morfológica a través del microscopio fotónico y electrónico. Esta especie ha sido reportada desde su primera observación por Shadbolt (1849), luego por Greville (1862) (como *Synedra normaniana)* y más tarde por Van Heurck (1896) como existente en aguas salobres y marinas. Ehrlich (1975) y Gerloff et al. (1978) la han reportado también para lagunas salinas. Wahrer et al. (1985) y Boyer (1927) la observaron en el contenido estomacal de peces del género *Cyprinodon* provenientes del río Pecos, Texas, y en peces de las costas de Carolina del Sur, en Estados Unidos.

En este estudio se informa por primera vez para Puerto Rico y creciendo en tapetes microbianos. Las observaciones ecológicas y de crecimiento: formando ramilletes adheridas por el extremo inferior o polo basal al sustrato y las características ultraestructurales del frústulo, confirman las observaciones de otros investigadores.

Las medidas de las células en este trabajo fueron: eje apical 168-340 μm; eje transapical en el polo basal 3-4 μm y en el polo superior 6-7 μm; 14-16 estrías en 10 μm.

2. *Mastogloia braunii* Grunow (Figs. 10-17)

Esta especie no había sido observada en ambientes hipersalinos. En Puerto Rico ya había sido reportada por Hagelstein (1938) para la bahía de San Juan. Otros autores la han citado en aguas salobres: en Cuba por Foged (1984), Isla Margarita, Venezuela por Reyes Vásquez (1975) y en Estados Unidos por Patrick y Reimer (1966). En el trabajo de Stephens y Gibson (1980) se le reporta como epífita en *Halodule wrightii*, en Florida, viviendo en salinidades que fluctúan entre 16 y 42% con una temperatura de 9 a 34 °C. En ese informe ellos dan una completa descripción de la ultrastructura de la célula con el microscopio electrónico de barrido.

Las medidas y observaciones realizadas por estos autores coinciden en gran parte con las observadas en este trabajo, notándose una gran variabilidad en su eje apical: desde 40 a 71 μm en Cabo Rojo; 31 a 74 μm en Florida y 30 a 95 μm en Estados Unidos. Las otras medidas permanecen casi constantes y coinciden con los demás: eje transapical 11-15 μm y 16-18 estrías en 10 μm.

3. *Nitzschia lanceolata* W. Smith (Figs. 6-9)

Esta especie es reportada por primera vez viviendo en tapetes microbianos hipersalinos. De las tres especies observadas en Cabo Rojo, es la más abundante y común en todas las muestras. Se le ha mantenido en cultivos y creciendo en frascos con pedazos del tapete con el agua de mar original que ha alcanzado salinidades de 140‰ y todos los microorganismos que la acompañan siguen en perfectas condiciones. Parece ser la mejor de las especies de diatomeas adaptadas a estas altas salinidades.

Anteriormente había sido informada para Puerto Rico en la bahía de San Juan por Hagelstein (1938). Probablemente la diatomea que observó Margalef (1962) en ambiente hipersalino detrás de la zona de manglares se trata de esta especie.

Las medidas anotadas en este trabajo fueron: Eje apical 32-97 μm; eje transapical 5-7 μm; 26-30 estrías en 10 μm y 10-11 fíbulas en 10 μm.

DISCUSION

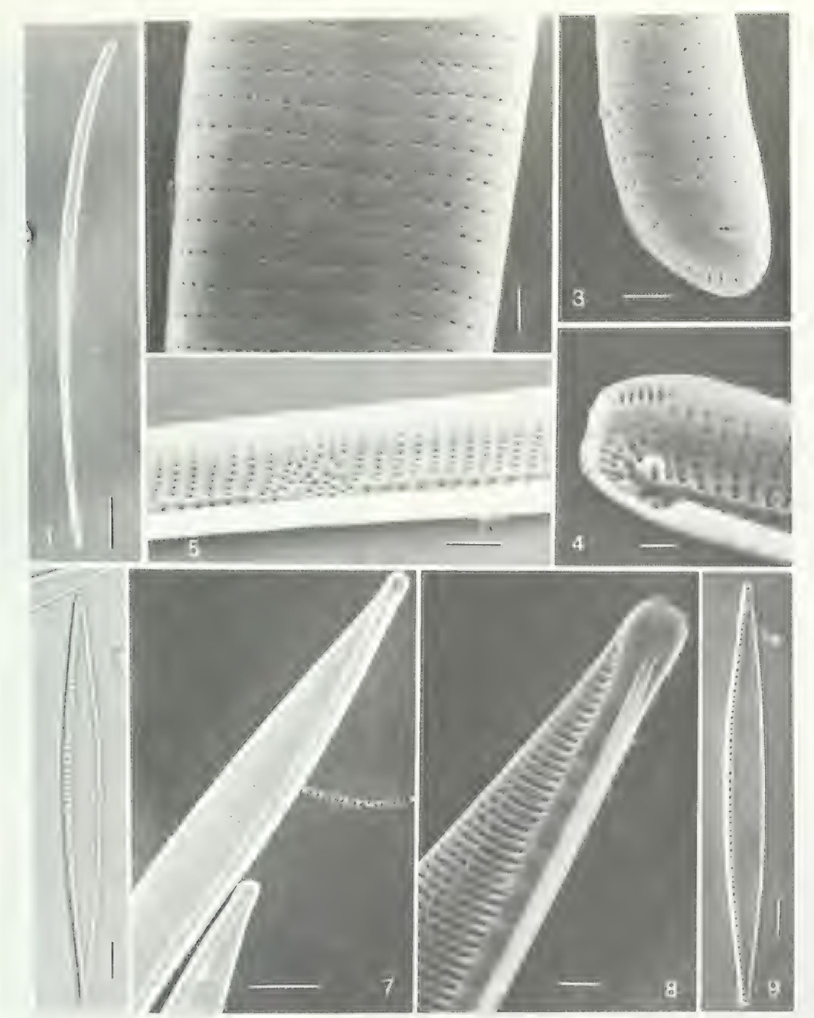
Para tener una información completa de cuál es la participación de las diatomeas en el complejo microsistema de los tapetes microbianos, dominados por los procariontes, especialmente cianobacterias, se requieren otros estudios. Como lo señala Awramik (1984), el primer paso es la identificación de los microorganismos ya sea con análisis morfológico o con técnicas de cultivos; y una segunda etapa incluiría estudios de tipo fisiológico estableciendo también las características ecológicas de las especies. En el caso de las diatomeas es importante medir su participación en la productividad total en el tapete. Revsbech y Ward (1984) ya han podido medir esta productividad general diseñando microelectrodos con los cuales pueden saber el oxígeno producido y la materia orgánica depositada. También habría que medir la participación de las diatomeas que producen mucílagos y colaboran así en la formación y mantenimiento del tapete laminado como lo señala Bauld (1984).

En el caso de los tapetes de Cabo Rojo, en Puerto Rico, este reporte intenta comenzar con la primera etapa del estudio, para que fisiólogos y ecólogos continúen en el futuro con las otras etapas de la investigación para llegar a tener una interpretación mejor y más abarcadora de estas interesantes comunidades microbianas que viven en estas condiciones extremas en la naturaleza.

AGRADECIMIENTOS

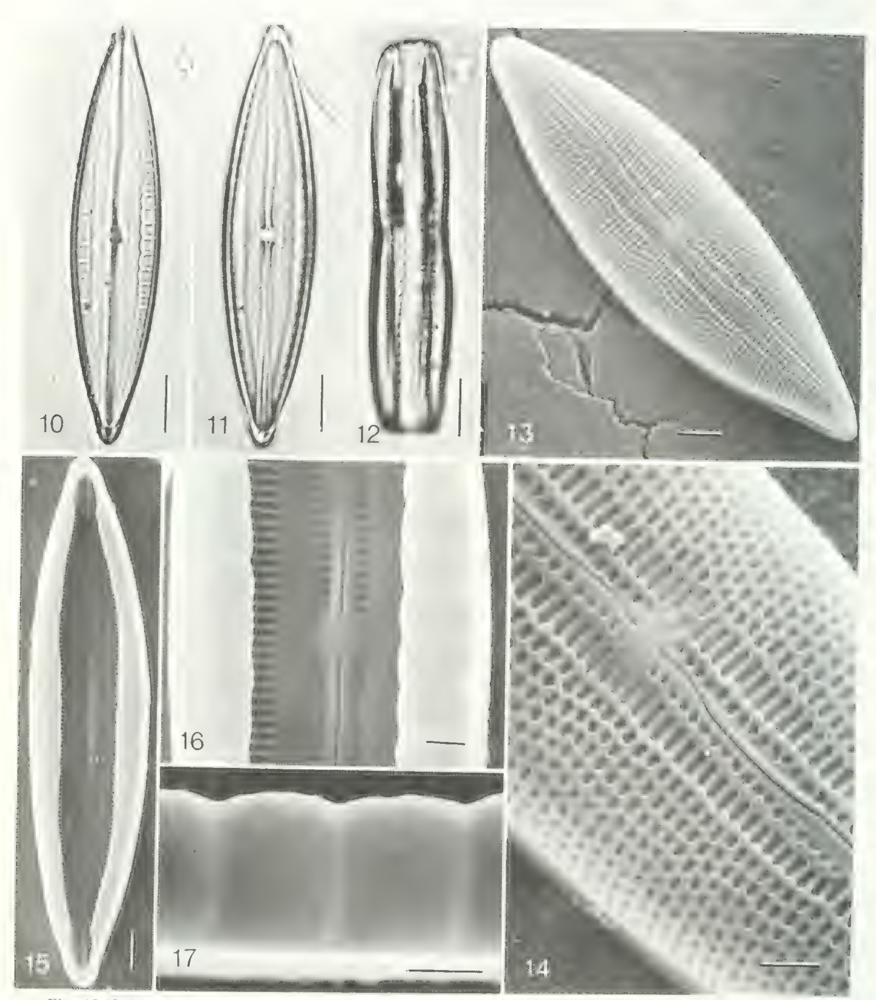
Deseo expresar mi gratitud a la Sra. Pat Linley de Harbor Branch Institution, Inc., Florida, por su ayuda en el uso del SEM; también a los técnicos del Laboratorio de Microscopía Electrónica en el Departamento de Ciencias Naturales del Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico por permitirme usar el SEM. Mi agradecimiento al Prof. Dr. H. Lange-Bertalot (Universidad J.W. Goethe, Alemania) por su ayuda en la identificación de *Nitzschia lanceolata* W. Sm.

El programa MARC (Minority Access to Research Career) de la Universidad Católica de Puerto Rico financió parcialmente esta investigación.



Figs. 1-5. *Licmophora normaniana*. Fig. 1. Célula completa. Fig. 2. Detalle de la valva en vista externa. Note las estrías y poros. También puede observarse el área axial. Fig. 3. Vista externa del polo basal observándose la parte exterior del proceso labial. Fig. 4. Vista interna del proceso labial en el polo basal de la célula. Fig. 5. Vista interna de la valva observándose una área irregular en las estrías. Figs. 6-9. *Nitzschia lanceolata*. Fig. 6. Célula completa vista con el microscopio fotónico. Fig. 7. Vista externa de la valva. Las estrías en la región cercana a las fíbulas parecen ser más elongadas que en el otro extremo de la valva. Fig. 8. Detalle exterior de un extremo de la valva observándose una línea de poros (2-3 entre cada fíbula) separada de las estrías que se ven elongadas, pero tienen poros más internos. Fig. 9. Célula completa en vista interna con el SEM.

Escala de Figuras: Fig. 1 = 40 µm; Figs. 2-3-4-8 = 1 µm; Fig. 5 = 2 µm; Figs. 6-7-9 = 5µm



Figs. 10-17. *Mastogloia braunii*. Figs. 10-11. Célula en vista valvar con el microscopio fotónico enfocando los lóculos (10) y la superficie (11). Fig. 12. Célula en vista cingular, observándose la posición de los lóculos. Fig. 13. Célula completa en vista externa observada con el SEM. Fig. 14. Detalle del centro de la valva para observar los extremos proximales del rafe. Fig. 15. Célula completa en vista interna con el SEM. Fig. 16. Detalle interno del centro, con los extremos proximales del rafe y lóculos. Fig. 17. Detalle de los lóculos. Note los puntos loculares.

Escala de Figuras. Figs. 10-11-12 = 10 µm; Figs. 13-15 = 4 µm; Figs. 14-16-17 = 2 µm

BIBLIOGRAFIA

AWRAMIK, S.M. 1984. Ancient stromatolites and microbial mats. In Y. Cohen, R.W. Castenholz and H. Halvorson (Eds.). Microbial Mats: Stromatolites. Alan Liss Publishing Co., pp. 1-22.

BAULO, J. 1984. Microbial mats in marginal marine environments: Shark Bay, Western Australia, and Spencer Gulf, South Australia. In Y. Cohen, R.W. Castenholz and H. Halvorson (Eds.). Microbial Mats: Stromatolites. Alan Liss Publishing Co., pp. 39-58.

BOYER, C.S. 1927. Synopsis of the North American Diatomaceae. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 78:3-583.

COHEN Y., CASTENHOLZ, R.W. y HALVORSONH., Eds. 1984. Microbial Mats Stromatolites. New York, Alan Liss Publishing Co. 498 pp.

ERLICH, A. 1975. The diatoms from the surface sediments of the Bardavil Lagoon (Northern Sinai)- paleoecological significance. Nova Hedwigia 53:253-282.

FOGEO, N. 1984. Freshwater and Littoral diatoms from Cuba. Bibliotheca Diatomologica, 5:1-243.

GERDES, G. y KRUMBEIN, W.E., 1984. Animal communities in recent potential stromatolites of hypersaline origin. In Y. Cohen, R.W. Castenholz and H. Halvorson, (Eds.) Microbial Mats: Stromatolites. Alan Liss Publishing Co. pp. 59-83.

GERLOFF, J., NATOUR, R.M. and RIVERA, P. 1978. Diatoms from Jordan. Willdenowia 8(2):262-316

GREVILLE, R.K. 1862. Descriptions of new and rare diatoms. Series VII. Quart. J. Microsc. Sci. II, n.s. pp. 232-236.

HAGELSTEIN, R. 1938. Diatomaceae of Porto Rico and the Virgin Islands. Scient. Surv. Puerto Rico. 8(3):313-450.

MARGALEF, R. 1962. Comunidades Naturales. Inst. Biol. Mar. Univ. Puerto Rico. pp. 469.

MARGULIS, L. y LOPEZ, B.L., 1985. Fossil and living Microbial mats and the beginings of life. Manuscript, 24 pp.

MARGULIS, L., BARGHOORN, E. ASHENOORF, D. BANERJEE,S CHASE, D. FRANCIS, S. GIOVANNONI, S. and STOLTZ, J. 1980. The microbial community in the layered sediments at Laguna Figueroa, Baja California, México: Does it have Precambrian analogues? Precambrian Research 11:93-123.

PATRICK, R. and REIMER, C. W. 1966. The Diatoms of the United States. Monogr. Acad. Nat. Sci. Philad. 13, 1:1-688.

REYES VASQUEZ, G. 1975. Diatomeas litorales de la familia Naviculaceae de la laguna La Restinga, Isla Margarita, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, Cumaná. 94(2):199-225.

REVSBECH, N.P. y WARD, D. M. 1984. Microprofiles of dissolved substances and photosynthesis in microbial mats measured with electrodes. In Y. Cohen, R.W. Castenholz and H. Halvorson (Eds.). Microbial Mats: Stromatolites. Alan Liss Publishing Co. pp. 171-188.

SHADBOLT, G. 1849. Manuscrito. In Van Heurck, 1896, p. 318.

STEPHENS, F.C. and GIBSON, R. A. 1980. Ultrastructural studies of some *Mastogloia* (Bacillariophyceae) species belonging to the group Sulcatae. Nova Hedwigia 33:219-248.

VAN HEURCK, H. 1896. A Treatise on the Diatomaceae. Translated by Baxter. Wm. Wesley & Sons., London, 558 pp.

WAHRER, R.J., FRYXELL, G. A. and COX, E.R. 1985. Studies in pennate diatoms: valve morphologies of *Licmophora* and *Campylostylus*. *J. Phycol. 21:206-217.*

Gayana, Bot. 45 (1-4):283-287, 1988

ISSN 0016-5301

REVISION DE ALGUNAS TECNICAS Y METODOS DE CULTIVO EN MICROALGAS. SISTEMAS DE CULTIVO

A REVIEW ON SOME TECHNICALS METHODS OF MICROALGAL CULTURES. CULTURES SYSTEMS

Luis Rodríguez*

RESUMEN

Información científica sobre el cultivo masivo de microalgas se encuentra solamente en publicaciones extranjeras, por lo que se ha considerado de interés reseñar algunos aspectos, especialmente lo que dice relación con los sistemas de cultivo.

Se intenta entregar una breve visión sobre su uso, origen, propósito de cultivo, especies que son utilizadas, clasificación de los sistemas de cultivo entregada por Pirt (1975) y distintos sistemas de producción comercial según Soeder (1981), junto a un análisis básico de los diferentes sistemas y detalles de tipo técnico, que conlleven a un ahorro de energía, hasta alcanzar a un planteamiento de tecnología computarizada para el cultivo de las microalgas

ABSTRACT

Scientific information related on the mass culture of microalgae is found only in foreign publications, so it has been consider very important to outline some aspects in particular on culture systems.

A brief description on the use of microalgae, origin, purpose of culture, species used, classification of culture systems (Pirt, 1975), different industrial systems (Soeder, 1981), basic analysis of culture systems and some other technical aspects that include saving of energy to a computarized technology for culturing microalgae is given.

KEYWORDS: Microalgae, culture systems.

INTRODUCCION

El principal interés en el cultivo de microalgas ha sido tradicionalmente la producción de proteínas y el tratamiento de aguas servidas; sin embargo, recientemente esto se ha ampliado a las posibilidades de extraer productos químicos bioquímicos y energía de bajo costo.

La utilización de las microalgas se ha originado desde tres raíces distintas, primero como producto de antiguas tradiciones locales, luego por la tendencia "verde" si así puede denominarse a una parte de la ingeniería sanitaria y posteriormente por el desarrollo científico tecnológico sostenido (Soeder, 1980).

Para poner en funcionamiento un sistema de cultivo de microalgas se debe establecer, en primer lugar, el propósito que guía la producción masiva de ellas. Este propósito puede ser de que las microalgas formen parte de la dieta de animales domésticos hasta que lleguen a ser un componente de las píldoras que otorgan una mejor y permanente salud humana; aun cuando esto último no sea verdad y cuyo caso requiere de sistemas de cultivo de alta pureza. Entonces, la tecnología varía desde sistemas semejantes o cercanos a las técnicas agrícolas a una elaborada biotecnología (Soeder, 1980).

Esto que se ha señalado hace verdaderamente imposible cubrir cada uno de los aspectos del

* Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Antofagasta, Casilla 1240, Antofagasta, Chile.

cultivo de microalgas en una breve reseña, aun eliminando una de las más exóticas aplicaciones potenciales, como es su uso en calidad de alimento o intercambiadores fotosintéticos de gases (CO_2 = dióxido de carbono y O_2 = oxígeno) en los vuelos espaciales de larga estada del hombre en el espacio exterior y la vida extraterrestre (Soeder, 1980).

Este análisis está orientado hacia las características básicas de los sistemas de cultivo de microalgas, utilizados para su producción como complemento en el alimento de animales y el hombre o bien en el uso de ellas en el tratamiento de líquidos servidos, especialmente la restauración de agua a partir de aguas servidas.

En términos generales los pasos en la producción de biomasa a partir de microalgas son: el cultivo masivo, posterior cosecha o concentración mediante diversos métodos, por ejemplo la centrifugación, y finalmente un procesamiento adecuado del producto, que va de acuerdo a las necesidades y para lo cual existen distintos medios para lograrlo, como es el secado a baja temperatura (Richmond, 1983).

RESULTADOS

En general, los sistemas de cultivo de microalgas requieren de la presencia de microalgas en condición de semilla, que algunas veces pueden estar puras o estériles o bien acompañadas de bacterias de origen marino o terrestre.

Entre las especies de microalgas más utilizadas en la actualidad se pueden mencionar a: *Spirulina geithleri* Frémy, *S. subsalsa* Oersted, *Nostoc pruniforme* (L.) Agardh, *N. commune* Vaucher, *N. muscorum* (Agardh) Gomont (Cianofíceas); *Prasiola monostroma* Meneghini, *Dunaliella tertiolecta* Butch, *D. euchlora* Lerche *Chlorella vulgaris* Beijerinck, *Coelastrum sphaericum* Nägeli, *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kützing, *S. acutus* Hortob, *S. quadricauda* (Turp.) Brébisson (Clorofíceas); *Isochrysis galbana* Parke, *Dicrateria inornata* Parke (Haptofíceas); *Tetraselmis suecica* (Kylin) Butch, *T. inconspicua* Butch (Prasinofíceas); *Leptocycilindrus danicus* Cleve, *Chaetoceros calcitrans* (Paulsen) Takano, *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve, *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimen et Lewin (Diatomeas).

El crecimiento de biomasa algal se puede lograr en sistemas según Pirt (1975), clasificados y descritos como "cerrado o batch" y "abierto".

En el sistema "cerrado", el crecimiento de la biomasa tiende a cero, ya sea por la acumulación de sustancias de desecho (exocrinas) que el cultivo no puede tolerar o por falta de algún nutriente o luz.

El sistema conocido como "cerrado" en términos prácticos quiere decir que se permitirá al cultivo alcanzar hasta la fase de crecimiento exponencial, entonces la biomasa es removida totalmente y se comienza un nuevo "batch".

La cosecha no es recomendable durante la fase de desaceleración, ya que en ella no ocurre un incremento de la densidad de individuos de la población, sino que al producirse sombra unos a otros, hace que el crecimiento decline rápidamente por falta suficiente de irradiación para cada una de las células en el cultivo, por hacer mención a un factor.

En el sistema denominado "abierto o cultivo continuo" todos los materiales o elementos que constituyen el sistema pueden entrar y salir. Este sistema de cultivo continuo sirve perfectamente a gran escala industrial, bajo condiciones estables de luz, temperatura y nutrientes, que permiten tener una tasa de conversión estable del sustrato e irradiación fotónica, que está perfectamente balanceada con la tasa de salida del sistema. Además, deberá estar en equilibrio con las condiciones ambientales generales que prevalezcan en el lugar (Richmond, 1983).

En operaciones de producción a nivel comercial con microalgas fototróficas se requiere mantener las condiciones estables como por ejemplo la luz, que es un factor limitante, para lo cual se debe emplear el principio del turbidostato, que opera con una señal entregada por una fotocélula, que está conectada a una bomba expelente que entrega el medio de cultivo medido; cuando la opacidad o turbidez se excede del valor escogido, el medio rico en biomasa se descarga automáticamente por intermedio de un vertedero para su posterior cosecha y uso (Richmond, 1983).

Por otra parte, en la producción comercial de microalgas según Soeder (1981 a), los cultivos pueden ser del tipo "limpio" y a base de agua servida o sistema "alga-bacteria".

El denominado proceso limpio o sistema de cultivo limpio tiene un costo elevado y una vez que las microalgas han sido cosechadas, el medio de crecimiento es reciclado para iniciar un nuevo

cultivo. Además, se caracteriza por la producción de microalgas con sustrato claramente definido, por ejemplo, soluciones de nutrientes minerales en agua dulce o de mar y en donde las bacterias carecen de significación metabólica importante, solamente la biomasa algal es el producto producido, a partir de especies autotróficas, mixotróficas o heterotróficas.

El tipo de cultivo en base a agua servida se realiza en lagunas de 1 a 3 metros de profundidad, generalmente no alineadas y con alto tiempo de retención, que es difícil de controlar. El tratamiento eficiente y la concentración algal son problemas pequeños en comparación con la ausencia de mezcla total, que se traduce en fuerte olor. Este sistema de lagunas de oxidación dio posteriormente origen a la piscina de alta tasa algal (Behr y Soeder, 1981).

La piscina de alta tasa algal difiere de la piscina de estabilización u oxidación, al menos por la mezcla periódica e intensa, que es generada por una bomba horizontal, rueda de paleta o aireación directa mediante bomba aireadora.

Los sistemas a base de agua servida son para cultivos de algas y bacterias, en que se utiliza el agua servida como medio de cultivo y no tan definidos en cuanto a composición de especies como los sistemas limpios, además estos cultivos se desarrollan en elevado contenido de carbono orgánico.

Usualmente la densidad óptima por área es más alta en las piscinas de aguas servidas que en las unidades algales de producción autotrófica limpia, alcanzando al orden de 50 a 150 g peso seco/m^2, en cultivos al aire libre y utilizando energía solar incidente. En los cultivos limpios existe además el problema de suministro de carbono, en cuyo caso debe agregarse dióxido de carbono, lo que no es necesario para los cultivos de agua servida o sustratos orgánicos particulados.

Una comparación entre ambos sistemas de cultivo permite establecer que el sistema a base de agua servida entrega agua limpia junto con una rica biomasa en proteínas, lo que hace que sea más importante y atractivo para la inversión, ya que puede competir con otros en el mercado. En cambio el sistema limpio es operado de una manera altamente sofisticada, aun cuando los precios son cancelados de acuerdo al producto específico.

La biomasa producida por ambos sistemas tiene una composición química sin diferencias significativas. Sin embargo, la concentración de estas sustancias muestra ciertas fluctuaciones, las cuales son dependientes del período o estación del año, tiempo climático y otros factores (Soeder, 1980).

SISTEMAS DE CULTIVO

Entre los sistemas de cultivo de microalgas probablemente el más antiguo se encuentre en la India y su funcionamiento consiste en una zanja o canal, el cual presentará un florecimiento verdoso denso, causado por una alga verdeazulada que se ha desarrollado en base a residuos fermentados de estiércol de ganado o boñiga, agitado ocasionalmente por una rama o trozo de escoba. La biomasa producida se cosecha mediante filtración a través de un trozo de tela y que posteriormente se seca por intermedio de la energía solar (Soeder, 1980).

Otro sistema consiste en cultivar las microalgas al aire libre y que se parece mucho a los cultivos agrícolas, es el que se realiza en piscinas o canales equipados con agitadores u otro tipo de sistema que permite hacer circular el medio de cultivo, que puede ser una solución mineral o agua servida diluida convenientemente.

Este sistema puede generar variados tipos de plantas de producción, los cuales son suficientemente seguros para largos períodos de operación, aun cuando deben ser mejorados en varios aspectos (Soeder, 1980).

Un sistema más complejo de cultivo de microalgas es el de "cascada" en que el flujo de caída tiene una profundidad de 3 a 5 cm y la alta turbulencia es obtenida por los pequeños obstáculos que se colocan en su superficie. En el extremo de la cascada, la suspensión de algas es recolectada pasando a un tiesto, desde donde es bombeada de nuevo a su origen. El bombeo se realiza durante las horas de luz, quedando el cultivo en un reservorio durante la noche, esto ahorra energía y minimiza las pérdidas de calor.

Es importante destacar que las bajas profundidades facilitan la existencia de altas densidades poblacionales (Soeder, 1981 b).

También, las microalgas pueden hacerse crecer en el sistema llamado "cerrado" que evita la entrada de arena, polvo, contaminantes en general que arrastra el viento o la lluvia, para lo cual se usan tubos transparentes de plástico, que funcionan a su vez como colectores solares, produ-

ciendo microalgas todo el año, especialmente en zonas tropicales, subtropicales y templadas en algunos casos.

Este sistema cerrado representa una fuerte inversión y actualmente no hay suficientes datos en operaciones de término largo, sin embargo, tiene una significativa desventaja y es que alcanza excesivas temperaturas, debido a la absorción de ondas largas de energía, lo que requiere de un sistema de enfriamiento que complica y encarece el sistema (Richmond, 1983).

El último y más usado de los sistemas es la unidad de cultivo horizontal, que consiste en una piscina abierta en plano horizontal, con determinada inclinación que varía entre 1 a 10%. Esta unidad es de poca altura, hasta 40 cm de profundidad, con los extremos redondeados o curvos, para evitar crear ángulos muertos desde el punto de vista de circulación, además, posee una pared o tabique central.

La piscina puede tener cientos a varios miles de metros cuadrados, con un medio líquido que alcanza desde menos de 10 a 20 cm de profundidad. Este valor es el máximo aceptable según experimentación, constituyendo así lo que se conoce como "raceway".

En este sistema, el líquido está en contacto directo con la atmósfera, por lo que la evaporación puede ser sustancial, esto no es muy conveniente, pero a su vez favorece la condición ya que produce enfriamiento (Richmond, 1983).

Este tipo de sistema puede estar también representado por piscinas circulares de hasta 45 m de diámetro. Las primeras fueron construidas en Japón y Taiwan entre 1960 y 1970; sin embargo, aun cuando su construcción es de concreto reforzado con cúpula de vidrio y por lo tanto de costo elevado, no han dado buenos resultados por el elevado consumo de energía en la necesaria continua agitación, además carecen de suficiente circulación en el centro, como el uso insuficiente que se hace del suelo (Soeder, 1981 b).

La unidad horizontal o raceway es considerada como una modificación del clásico canal o zanja de oxidación desarrollado para el tratamiento de aguas servidas.

Unidades de este tipo de sistema son utilizadas para cultivar microalgas "limpias" y tienen como característica una profundidad de 15 a 20 cm, rueda de paleta para producir agitación o generar un flujo, en un canal que tiene 2 m de ancho.

También, las piscinas de alta tasa algal son de igual diseño básico y entre sus principales características de construcción está que pueden ser de concreto, arcilla aplanada o comprimida y adobe. Estas piscinas son cubiertas con sábanas de cloruro de polivinilo (PVC) de un espesor de 250 µm hasta 2.000 µm, agitadas con bombas centrífugas o de hélice, en lugar de ruedas de paleta y su profundidad es de 50 cm a 1 m.

Estas unidades son utilizadas para purificar aguas servidas, donde la actividad heterotrófica es la más importante. La más grande de estas piscinas se encuentra en California y es de 0.7 km^2 (Soeder, 1981b).

La construcción de cada una de las unidades de cultivo antes mencionadas implica la existencia de problemas técnicos, especialmente en su proyección a sistemas comerciales para la producción de grandes cantidades de biomasa.

Entre estos problemas técnicos, se encuentran los relacionados con la construcción de piscinas, formas, profundidades, sistemas de agitación de la biomasa algal y recubrimiento, este último es el más importante.

La construcción de la piscina requerirá que sea de escasa profundidad (40 cm), pocos metros de ancho (2,4 a 6 m), con declive o sin él, flujo seguro en una proporción de 30 cm/min, esto permitirá adecuada turbulencia para mezclar las microalgas, que es esencial para lograr una mejor distribución de la irradiación solar para las células en cultivo. La turbulencia se puede lograr mediante la rueda de paleta accionada por electricidad o mejor aún por el viento, que puede ser muy eficiente para agitar capas subsuperficiales.

Estos modelos deben contemplar la idea actual de desarrollar diseños que ahorren energía, en lugar de la idea anterior, que era obtener diseños que fuesen más seguros y confiables.

La construcción de piscinas implica establecer sistemas de turbulencia con alta velocidad de flujo, entrada de dióxido de carbono, energía de variada forma, cubierta perfectamente suave y la necesidad comercial de minimizar costos en donde sea posible.

Otro problema es el concerniente a la separación de la biomasa algal desde el medio líquido contenido en la piscina. Esto se puede efectuar por intermedio de distintos procedimientos tales como centrifugación, sedimentación a través de la gravedad natural, filtración, floculación (Rich-

mond, 1983) y otros que pueda generar la inteligencia humana.

Un último problema a mencionar es el de almacenaje y distribución entre otros y para lo cual la deshidratación de la biomasa aparece como esencial requisito proponiéndose el uso de la energía solar. Sobre esto último no hay información.

El cultivo de microalgas en áreas de desierto tiene numerosas ventajas, en comparación con las limitaciones que presentarían aquellos cultivos de la agricultura convencional.

Entre estas ventajas estarían factores tales como aguas salinas, temperatura, disponibilidad de gran cantidad de energía solar y enormes superficies despejadas en condiciones especiales de terrazas en la zona costera, que favorecerían esta actividad.

TECNOLOGIA COMPUTARIZADA PARA EL CULTIVO DE MICROALGAS

Los componentes principales del sistema de cultivo continuo de microalgas denominado "abierto" a escala industrial pueden ser propuestos y descritos desde un punto de vista computacional de la siguiente forma:

Las señales que son emitidas por los diversos sensores son amplificadas, luego enviadas a los conversores análogos/digitales, en donde las señales de voltaje son transformadas a señales digitales, posteriormente pasan a los multiplexores, donde las señales son identificadas en tiempo real y convertidas a señales digitales aceptables para el computador.

El computador puede almacenar y eventualmente analizar los datos, por lo que puede controlar el cultivo de microalgas, enviando señales a través de un conversor digital/análogo que hará funcionar bombas, válvulas o ajustará los controles automáticos que existan, los que a su vez ponen en funcionamiento sus propios elementos finales de control.

Para todo lo antes indicado se requerirá de una piscina de cultivo altamente instrumentalizada, un computador de capacidad adecuada y programas computacionales.

Esto permite satisfacer determinados objetivos que plantea el cultivo de microalgas como: manejo de datos, manejo de materias primas y ahorro de energía; lo que no se da todavía debido principalmente a la limitada comprensión existente de los sistemas biológicos. Además, la obligatoria optimización del cultivo requerirá de un conocimiento profundo por mencionar algunos tales como productividad, concentración de nutrientes o requerimientos nutricionales y reproducción.

El desarrollo de ciencias tales como la genética, microbiología, bioquímica e ingeniería están permitiendo conocer aspectos fundamentales y que conjuntamente con el accionar de las computadoras harán posible lograr la dinámica optimización de los cultivos de microalgas en línea.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se entrega información sobre las microalgas en relación a su uso, origen, propósito de cultivo, algunas especies utilizadas, clasificación de los cultivos entregada por Pirt (1975) y distintos sistemas de cultivo de producción industrial según Soeder (1981a).

La revisión permite establecer las características básicas de los diferentes sistemas de cultivo analizados. Paralelamente, se señalan algunos aspectos generales de un sistema de cultivo a nivel comercial, junto a una proposición de aplicación de la tecnología computarizada para mejorar el funcionamiento de un sistema de cultivo de microalgas en línea.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis agradecimientos a la Dirección del Instituto de Investigaciones Oceanológicas y Dirección de Investigación, Extensión y Asistencia Técnica de la Universidad de Antofagasta por el financiamiento otorgado a este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

BEHR, W. and SOEDER, C., 1981. Commercial aspects of utilizing microalgae with special reference to animal feeds. U.O.F.S. Publ. Series C. N° 3: 63-72.

PIRT, J.S. 1975. Principles of microbe and cell cultivation. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

RICHMOND, A. 1983. Phototrophic microalgae. Biotechnology. Vol. 3: 111-143. Verlag Chemie, Weinheim.

SOEDER, C. 1980. Massive cultivation of microalgae: Results and Prospects. Hydrobiologia 72: 197-209.

SOEDER, C. 1981a. Productivity of microalgal systems. U.O.F.S. Publ. Series C. N° 3: 9-15.

SOEDER, C. 1981b. Types of algal ponds. U.O.F.S. Publ. Series C. N° 3: 131-135.

IV CULTIVOS

Gayana, Bot. 45 (1-4):291-295, 1988 ISSN 0016-5301

CULTIVO DE TEJIDO Y CELULAS EN *LESSONIA NIGRESCENS* BORY (PHAEOPHYTA, LESSONIACEAE)

TISSUE AND CELL CULTURES IN LESSONIA NIGRESCENS *BORY (PHAEOPHYTA, LESSONIACEAE)*

Gloria Collantes*
Carlos Melo*

RESUMEN

El presente trabajo describe avances logrados en (1) la propagación vegetativa de *Lessonia nigrescens* Bory, a través del uso de técnicas de cultivo de tejido y células, (2) el desarrollo de procedimientos para la inducción de callo y su posterior cultivo y (3) las condiciones de crecimiento para la inducción de diferenciación a plántulas.

ABSTRACT

This paper reports the state of our advances in the vegetative propagation of *Lessonia nigrescens* Bory through tissue and cell culture techniques. Our efforts concentrate on the development procedures for callus induction and culture. We also describe growth conditions to induce differentiated plantlets.

KEYWORDS: Phaeophyta, Laminariales, *Lessonia nigrescens*, tissue culture, cell culture

INTRODUCCION

Durante la última década se han adaptado y desarrollado técnicas basadas en el concepto de totipotencialidad celular, con el fin de reproducir vegetativamente macroalgas de importancia económica; siendo el cultivo de tejidos y células y la obtención, cultivo e hibridización de protoplastos los métodos más usados. No obstante ser aún limitadas las aplicaciones, son obvias las ventajas en relación a la propagación de los recursos algales, ya que ellas son independientes de la existencia de factores estacionales de inducción de fertilidad y de estado de madurez del individuo. El empleo de estas técnicas permitiría la selección y cultivo de algas con caracteres deseables lo cual podría ser de beneficio para el incentivo y fomento de la alguicultura en nuestro país.

La totipotencialidad de las células somáticas de plantas vasculares fue demostrada por Steward et al. en 1958. Este revolucionario descubrimiento sumado a los avances experimentados en el conocimiento y aplicación de hormonas de crecimiento posibilitó en la década de los 70 el establecimiento de laboratorios con fines comerciales, los cuales utilizaron la técnica de cultivo de tejido de vegetales vasculares para la obtención de plantas económicamente importantes.

Los estudios en cultivo de tejido de algas multicelulares se iniciaron con los trabajos de Schiff et al. (1972) y Bingham y Schiff (1973) quienes lograron obtener el crecimiento de célu-

*Instituto de Oceanología
Universidad de Valparaíso
Casilla 13-D
Viña del Mar — Chile

las aisladas del alga verde *Prasiola* en cultivo *in vitro* y la posterior fijación de ellas a un sustrato sólido. Saga et al. (1978) comunicaron acerca de la regeneración de explantes del talo de *Laminaria angustata* vía producción de callos, la disociación celular de éstos condujo a la formación de esporofitos. Fries (1980) observó el crecimiento espontáneo de callos a partir de explantes de la zona meristemática de *Laminaria digitata* y *Laminaria hyperborea*. Saga et al. (1982) cultivaron microtalos de *Dictyosiphon foeniculaceus* e indujeron la formación de "tejido callo". Saga y Sakai (1983), obtuvieron callos a partir de tejido medular de explantes axénicos de estipes de *Laminaria angustata*. Fang (1984) a partir del cultivo en laboratorio de zoósporas de *Laminaria japonica* y *Undaria pinnatifida* obtuvo, vía partenogénesis y apogamia, esporofitos que posteriormente fueron trasladados y cultivados en el mar. Ese mismo año Yan pudo desarrollar callos a partir de explantes de las dos especies antes mencionadas y estimular su diferenciación en esporofitos adicionando una hormona sintética al medio de cultivo. Lee (1985a) comunicó acerca de la obtención apospórica de estructuras semejantes a gametofitos masculinos y femeninos a partir de cultivo de explantes axénicos de estipes de *Laminaria saccharina*, la posterior formación de esporófitos habría sido a través de partenogénesis y/o apogamia.

El presente trabajo tiene por objeto adecuar los procedimientos de la técnica de cultivo de tejido para su aplicación en *Lessonia nigrescens* Bory a fin de obtener callos y su posterior diferenciación en plántulas.

MATERIALES Y METODOS

El material usado consistió en plantas juveniles de *Lessonia nigrescens* recolectadas en el mes de enero de 1986 y agosto de 1987, en la localidad de Montemar (32°57 S, 71°33' W). En el laboratorio el material fue revisado a nivel macroscópico y microscópico a fin de asegurarse de que no se encontraba en estado reproductivo.

Porciones de la zona de transición de la fronda, del estipe y de los rizoides fueron lavadas en agua de mar estéril. Los epibiontes fueron removidos mediante un tratamiento de ultrasonido durante el cual se sumergían los trozos de algas en un primer baño de 30 segundos de duración en agua destilada estéril y posteriormente en baños sucesivos de agua de mar filtrada y estéril por lapsos de 30 segundos hasta completar dos minutos. La esterilización del material se efectuó sumergiéndolo en una solución de Povidona yodada al 1% en agua de mar filtrada y estéril durante 5 minutos y enjuagando repetidas veces en agua de mar filtrada y estéril (adaptado de Lee, 1985b).

Con una hoja de bisturí se extrajeron secciones de aproximadamente 3-5 mm de la zona de transición, estipe (en dos categorías: corteza y médula y sólo médula) y parte inferior del estipe con rizoides. Los explantes fueron incubados en medio Droop (líquido y semisólido con BBL Agar al 0,5%) con y sin adición de AIA 10^5 M.

A objeto de comparar las células callo y las frondas a obtener se usó como control un cultivo de *L. nigrescens* obtenido vía reproducción normal. Los dos tipos de cultivo fueron incubados en cápsulas Petri de 3 y 6 mm de diámetro selladas con Parafilm, mantenidas a 12°C e iluminadas por tubos fluorescentes a 1500-2000 lux con un fotoperíodo de 12:12 (luz/oscuridad). Los explantes que presentaron proliferaciones externas filamentosas fueron aplastados entre portaobjetos estériles y las células disociadas incubadas en medio líquido Droop y mantenidas bajo las mismas condiciones de cultivo ya señaladas.

RESULTADOS

Después de dos semanas de incubación, los explantes de todos los medios (Droop líquido, Droop líquido AIA, Droop agar y Droop agar AIA) presentaron aumento en la intensidad de la pigmentación natural de sus células a nivel de la subcorteza y de la médula.

Las primeras manifestaciones de diferenciación celular interna y externa a nivel macroscópico se evidenciaron después de 6 semanas de incubación de los explantes y se expresaron de la siguiente forma: hinchazón y/o resquebrajadura de la corteza y subcorteza de los explantes estipe entero (corteza y médula), estipe con rizoides y zona de transición y formación en sus rebordes de callos de consistencia blanda y de color pardo claro (Fig. 1); proliferación hacia el exterior de la médula de los explantes estipe entero y estipe con rizoides en forma de callos de consistencia firme de color amarillo pálido, los cuales también irrumpieron a través de las resquebrajaduras de la corteza; presencia de callos de color pardo en el interior de los explantes médula.

Además de las diferenciaciones celulares mencionadas, sobre los explantes estipe entero y después de 8 a 10 semanas de incubación en medio Droop líquido AIA, se presentaron ramilletes de filamentos abundantes y uniformes (8 a 10 µm ancho celular) de color pardo, posteriormente de estos emergieron algunos de mayor talla (18 a 20 µm ancho celular) y escasos en número, coincidiendo ambos en forma, tamaño celular y número de cloroplastos (3 o más) con aquellos correspondientes a gametofitos masculinos y femeninos respectivamente (Fig. 2). Las frondas producidas via cultivo de células alcanzaron tamaños de 3 a 5 mm. de longitud, no desarrollaron rizoides y permanecieron sobre los explantes o flotando en el medio de cultivo (Figs. 3 y 4).

DISCUSION

En la actualidad se sabe, aunque no de manera segura, que callos viables, suspensiones de células y protoplastos pueden ser producidos y aislados de algas verdes, pardas y rojas (Polne-Fuller y Gibor, 1986). Los factores que directamente causan el crecimiento indiferenciado del callo aún no han sido descubiertos. Pareciera que la herida provocada en el explante está asociada con la formación de callo, pero la baja frecuencia de formación de éste podría indicar que la lesión por sí misma no es un inductor directo (Polne-Fuller y Gibor, 1987).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo señalan que callos de *Lessonia nigrescens* fueron obtenidos en la mayoría de los explantes estipe corteza-médula y en los cuatro medios de cultivos usados. Esta respuesta no se obtuvo de los explantes provenientes de la zona de transición, los cuales debido a su menor grosor habrían resultado fijados en la mayor parte de sus células por la solución yodada, lo que podría haber impedido una secuencia de desarrollo como la obtenida para los explantes estipe.

Los cambios observados en la pigmentación de las células corticales y medulares de los extremos de corte de los explantes, podrían ser una respuesta tanto al efecto luz como al medio ambiente químico en que se encuentra inmerso el explante, al tener que asumir, consecuentemente, funciones diferentes a aquellas efectuadas al formar parte de la planta madre donde existía una alta proporción de tejido no fotosintético. Este cambio en pigmentación podría ser un valioso indicador de la capacidad de respuesta de la estructura comprometida. Rusanowski y Vadas (1981) trabajando en ultraestructura de Laminariales, señalan que las vesículas de laminarano de origen plastidial, además de ser acúmulo de sustancias de reserva pueden ser modificadas en fisoides. Cabe destacar que estos componentes celulares están ausentes o son raros en cultivos de crecimiento mínimo pero aparecen e incrementan en abundancia al ser transferidos y mantenidos en óptimas condiciones de cultivo.

La respuesta de los explantes estipe (corteza y médula) indica la siguiente secuencia: aparición de células callo de origen cortical y medular, gametofitos masculinos, gametofitos femeninos y frondas laminares esporofíticas. El origen de estas últimas es difícil de atribuir dado el estado preliminar de estos estudios.

De acuerdo a los resultados obtenidos en experiencias previas realizadas en nuestro laboratorio con *Lessonia nigrescenes* y a estudios de cultivo de tejido efectuados en otras Laminariales, es posible efectuar ciertas conjeturas que explicarían los fenómenos que pueden haber ocurrido durante el desarrollo de esta experiencia. Las fases citológicas de las células callo podrían ser diploides, al igual que los gametofitos masculinos, femeninos y los esporofitos diferenciados mediante aposporía, apogamia y partenogénesis respectivamente. Nakahara y Nakamura (1973) se han referido a la existencia de gametofitos diploides desarrollados sin la formación de zoosporas en *Alaria crassifolia* lo cual han hecho extensivo para *Agarum cribosum* y *Laminaria japonica.* Esto ha sido posteriormente descrito por Fang et al. (1979) para *Undaria pinnatifida* y *Laminaria japonica* y Lee (1985a) supone que esto sucedería también para *Laminaria saccharina.*

Existe además la posibilidad de que los gametofitos masculinos y femeninos diploides a través de fecundación hayan dado origen a esporofitos tetraploides (Nakahara y Nakamura op. cit.) lo cual también es probable que haya ocurrido en *Laminaria saccharina* (Lee op. cit.). Otra alternativa es que directamente a partir de las células callo se hayan originado los esporofitos, lo cual ha sido logrado en *Laminaria angustata* (Saga et. al. 1978), aunque estos autores no hacen mención a las fases cariológicas de los callos y esporofitos obtenidos.

En el hipotético caso que las células callo

sean haploides (del tipo de las meiosporas) o haya ocurrido una reducción de cromosomas durante la diferenciación de los gametofitos masculinos y femeninos, la fecundación de sus gametos podría haber originado esporofitos diploides. Fries (1980) concluyó que en *Laminaria hyperborea* los explantes de su cultivo de tejido liberaron meiosporas que produjeron posteriormente gametofitos en las cercanías del explante, en cambio Lee (op. cit.) sospecha la ocurrencia de meiosis en las células en cultivo y la permanencia de las meiosporas en ellas, produciendo gametofitos adheridos al explante. Las frondas laminares también podrían provenir directamente del callo como en *Laminaria angustata* (Saga y Sakai, 1983). Fang (1984) sospecha que la duplicación espontánea de cromosomas ocurre en un alto porcentaje de partenoesporofitos juveniles, esta especulación ha sido apoyada por datos citológicos y se ha observado en ellos fertilidad normal.

El hecho de que las frondas laminares obtenidas a partir de los explantes estipe corteza-médula, no hayan desarrollado rizoides, podría tener su explicación, tanto en la presumible presencia de un represor en las células del talo de los genes que forman rizoides, al igual de lo que ocurre al cultivar células de la lámina de *Ulva mutabilis* (Fjeld y Løvlie, 1976), como en la falta de información acerca de los factores de crecimiento que estarían influyendo en el proceso de diferenciación a plántula. Investigaciones actualmente en curso en nuestro laboratorio indican la formación de plántulas con rizoides a partir de explantes de la zona de transición de *L. nigrescens*.

En comparación a los avances realizados en plantas vasculares en cuanto a técnicas para manipular células, callos y protoplastos, las macroalgas se encuentran en un incipiente pero promisorio desarrollo; uno de los obstáculos que se ha presentado a este, es el hecho de que los estudios celulares en macroalgas son primitivos (Van der Meer, 1986). En el caso de *Lessonia nigrescens*, una vez que se hayan aclarado las vías de reproducción obtenidas en laboratorio el uso de técnicas de cultivo de tejido y estudios cariológicos posibilitarán contar con un método de rutina para efectuar clonajes masivos de esporofitos y gametofitos con caracteres deseables. Por otra parte con estos procedimientos de clonaje se abren nuevas posibilidades para estudios de genética, fisiología y bioquímica de algas.

BIBLIOGRAFIA

BINGHAM, S.E. and SCHIFF, J.A., 1973. Conditions for attachment of single cells released from mechanically disrupted thalli of *Prasiola stipitata* Suhr. Biol. Bull. 145:425.

FANG, T.C., 1984. Some genetic features revealed from culturing the haploid cells of kelps. Hydrobiologia 116/117: 317-318.

FANG, Z., DAI, J. and CHEN, D., 1979. Parthenogenesis and the genetic properties of parthenosporophytes of *Undaria pinnatifida*. Acta Oceanol. Sin. 1: 112-119 (en chino, con resumen en inglés).

FJELD, A. and LØVLIE, A., 1976. Genetics of multicellular marine algae, p. 219-235. In: R.A. Lewin (ed.), The Genetics of Algae. Blackwell, Oxford.

FRIES, L., 1980. Axenic tissue cultures from the sporophytes of *Laminaria digitata* and *Laminaria hyperborea* (Phaeophyta). J. Phycol. 16: 475-477.

LEE, T.F. 1985a. Aposporous gametophyte formation in stipe explants from *Laminaria saccharina* (Phaeophyta). Botanica Marina XXVIII: 179-185

LEE, T.F., 1985b. Plan: To perform as often as necessary all those techniques which will be necessary in order to carry on a program designed to bring *Laminaria* into tissue culture. Unpublished.

NAKAHARA, H. and NAKAMURA, Y., 1973. Parthenogenesis, apogamy and apospory in *Alaria crassifolia* (Laminariales). Mar. Biol. 18: 327-332.

POLNE-FULLER, M. and GIBOR, A., 1986. Calluses, cells and protoplasts in studies towards genetic improvement of seaweeds. Aquaculture 57: 117-123.

POLNE FULLER, M. and GIBOR, A., 1987. Calluses and callus-like growth in seaweeds: Induction and culture. Hydrobiologia 151/152: 131-138.

RUSANOWSKY, P.C. and VADAS, R.L., 1981. Localization of laminaran and a model for cell metabolite utilization in the Laminariales, p. 232-243. In: C.E. Fogg and W.E. Jones (eds.). Proceedings of the Eight International Seaweeds Symposium.

SAGA, N., UCHIDA, T. and SAKAI, Y., 1978. Clone *Laminaria* from single isolated cell. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44:87.

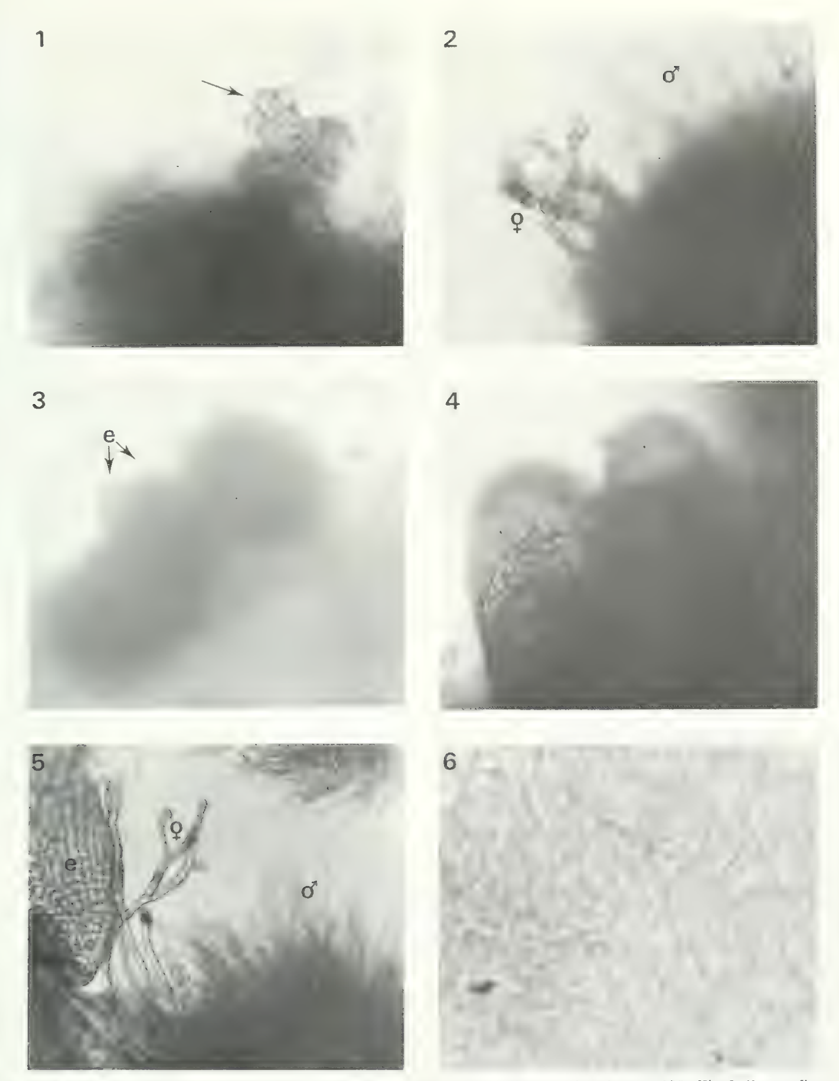
SAGA, N., MOTOMURA, T. and SAKAI, Y., 1982. Induction of callus from the marine brown algae *Dictyosiphon foeniculaceus*. Plant & Cell Physiol. 23: 727-730.

SAGA, N. and SAKAI, Y., 1983. Axenic tissue culture and callus formation of the marine brown algae *Laminaria angustata*. Bull. Jap. Soc. Sic. Fish. 49: 1561-1563.

SCHIFF, J.A., QUATRANO, R.S., HARRIS, G.C., LEGG, L., and STANLEY, J., 1972. Development of single cells from mechanically disrupted thalli of *Prasiola stipitata* Suhr. Biol. Bull. 143:476.

VAN DER MEER, J.P., 1986. Genetic contributions to research on seaweeds. Progress in Phycological Research, 4: 1-38.

YAN, Z.M. 1984. Studies on tissue culture of *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida*. Hydrobiologia 116/117: 314-316.



Figs. 1-6.— *Lessonia nigrescens*. Fig. 1. Conglomerado de células callo sobre el explante (x 100). Fig. 2. Gametofitos masculinos y femeninos provenientes de explantes (x 100). Fig. 3. Crecimiento de esporofitos (e) y ramilletes de gametofitos sobre explante (x 40). Fig. 4. Detalle de esporofitos (x 100). Fig. 5. Gametofitos masculinos, femeninos y esporofitos (e) creciendo sobre explante (x 100). Fig. 6. Detalle de células y cloroplastos en esporofito obtenido vía cultivo de tejido (x 400).

Gayana, Bot. 45 (1-4):297-304, 1988 ISSN 0016-5301

CULTIVO DE *GRACILARIA VERRUCOSA* (HUDSON) PAPENFUSS E *IRIDAEA CILIATA* KUTZING (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE), EN LABORATORIO: ESPORULACION INDUCIDA Y COLONIZACION DE CARPOSPORAS EN DIFERENTES SUSTRATOS

CULTIVATION OF GRACILARIA VERRUCOSA *(HUDSON) PAPENFUSS AND* IRIDAEA CILIATA *KUTZING (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE), "IN VITRO": INDUCED SHEDDING AND CARPOSPORE COLONIZATION ON DIFFERENT SUBSTRATES*

Rodolfo Infante E.*
Arturo Candia P.**

RESUMEN

Cistocarpos de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss e *Iridaea ciliata* Kützing fueron instalados bajo variación de factores abióticos, como salinidad, desecación y oscuridad-temperatura, para inducir en ellos una esporulación masiva. Sustratos naturales y artificiales fueron probados para la fijación y desarrollo de las carpósporas.

Los resultados indican que la mayor esporulación en ambas especies se observó con el tratamiento de desecación. El sustrato loza presentó la más alta densidad de talos para ambas especies.

ABSTRACT

Cystocarps of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss and *Iridaea ciliata* Kutzing were placed under variation of abiotic factors such as salinity, desiccation and darkness-temperature, to induce in them an abundant carpospore shedding. Natural and artificial substrates were tested for the settling and development of the carpospores.

The results indicated that the maximun spore shedding occurred after the desiccation treatment. The crokery substrate showed the highest density of carposporelings for both species.

KEYWORDS: *Gracilaria verrucosa*, *Iridaea ciliata*, cystocarps, carpospores, carposporelings, desiccation, substrates.

INTRODUCCION

La creciente demanda externa de materia prima para la producción de agar y carragenano, ha llevado a una intensa explotación de poblaciones naturales de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss e *Iridaea ciliata* Kützing, respectivamente, para abastecer mercados internacionales como Japón y en menor escala Estados Unidos, Dinamarca y Francia (SERNAP, 1983).

Los niveles de sobreexplotación a los que principalmente *Gracilaria* ha estado sometida, ha provocado una alarmante disminución en la producción de las praderas naturales. Esta situación ha orientado esfuerzos por recuperar este recurso mediante actividades de cultivos. La mayoría de las experiencias de cultivo en terreno se han realizado mediante trasplante de talos de *Gracilaria*, aprovechando la gran capacidad de propagación

* Programa de Desarrollo Pesquero, I. Municipalidad de Tomé, Casilla N° 279, Tomé, VIII Región, Chile
** Depto. Biología y Tecnología del Mar, P. Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano, Casilla N° 127, Talcahuano, VIII Región, Chile

vegetativa de esta alga (Santelices y Fonck, 1979; Díaz, 1986; Alveal, 1986; Pizarro, 1986).

Una alternativa al cultivo por trasplante de talos de algas, puede ser considerada la propagación mediante esporas. Estas células son un mecanismo eficiente de propagación asexual de algas. Al respecto, existen estudios relacionados con el desarrollo de novedosas técnicas para obtener gran cantidad de esporas en corto tiempo, en una diversidad de sustratos artificiales tanto en condiciones controladas como en poblaciones naturales (Katada, 1955; Oza y Krishnamurthy, 1967; Kim, 1970; Mathieson, 1975; Rao, 1976; Pizarro et. al., 1986; Müller, com. pers.).

El presente trabajo, que corresponde a una primera etapa en la búsqueda de alternativas para la repoblación y cultivo masivo de algas, tiene como finalidad probar técnicas de inducción a la esporulación masiva en las especies *G. verrucosa* e *I. ciliata* y determinar sustratos favorables para la fijación y el desarrollo de esporas (carpósporas).

MATERIALES Y METODOS

Talos cistocárpicos de *G. verrucosa*, de pradera submareal e *I. ciliata*, adherida a sustrato rocoso, fueron recolectados en septiembre de 1986, mediante buceo autónomo, en el litoral de la localidad de Lenga, Bahía de San Vicente (36° 44' S; 73° O8' W) (Fig. 1). Ambas especies se depositaron separadamente en bolsas de polietileno con agua de mar y se transportaron al laboratorio en contenedores de aislapol a baja temperatura (5° C).

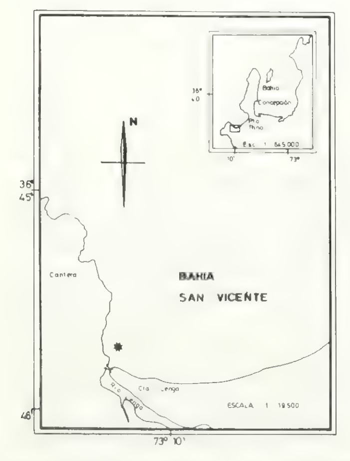


Fig. 1. Ubicación geográfica del lugar de muestreo (*)

En el laboratorio se cortaron trozos de talos gametofíticos con cistocarpos maduros de cada especie, se limpiaron bajo llave de agua dulce y posteriormente se colocaron en cápsulas Petri (110 x 20 mm).

Diecinueve cápsulas por especie, conteniendo seis cistocarpos cada una en 20 ml de agua de mar filtrada en Millipore 0,45 µm fueron instaladas en las condiciones de 13 ± 1° C, 16 h luz y a una densidad de flujo fotónico de 16 $\mu E\ m^{-2}\ s^{-1}$ La energía fue proporcionada por tubos fluorescentes "cool-white" de 20 watt y determinada por un cuantómetro Licor, modelo Li-185A.

1. Inducción a la esporulación

Después de 24 hrs. de permanecer todas las cápsulas en condiciones abióticas uniformes, se procedió a inducir a la liberación de esporas instalándolas en tratamientos con diferentes factores abióticos, como: salinidad 10‰ y 50‰, desecación parcial (cistocarpos mantenidos en papel absorvente), desecación total (cistocarpos mantenidos en estufa a 50° C), oscuridad a 6 y 22° C. Para cada factor abiótico se instaló una cápsula por especie y en cada tiempo de tratamiento: 10, 20 y 30 minutos, dando un total de 18 cápsulas por especie más una que no fue sometida a ningún tratamiento.

Luego de los tiempos de tratamiento, los cistocarpos fueron devueltos a las condiciones normales de cultivo y mantenidos por aproximadamente 48 hrs. Una vez observada liberación de esporas, se retiraron los cistocarpos de 36 cápsulas. El contenido se homogenizó mediante movimientos circulares y se extrajeron con pipeta tres alícuotas de 5 ml. Cada volumen muestreado se depositó en cámaras de conteo para obtener el número de carpósporas. Las observaciones se realizaron en microscopio invertido Olympus. Se determinó el promedio de carpósporas liberadas por tratamiento mediante el conteo directo de esporas presentes en cada alícuota.

2. Colonización de esporas en diferentes sustratos.

Trozos de *Gracilaria* e *Iridaea* con cistocarpos tratados con la técnica de desecación parcial

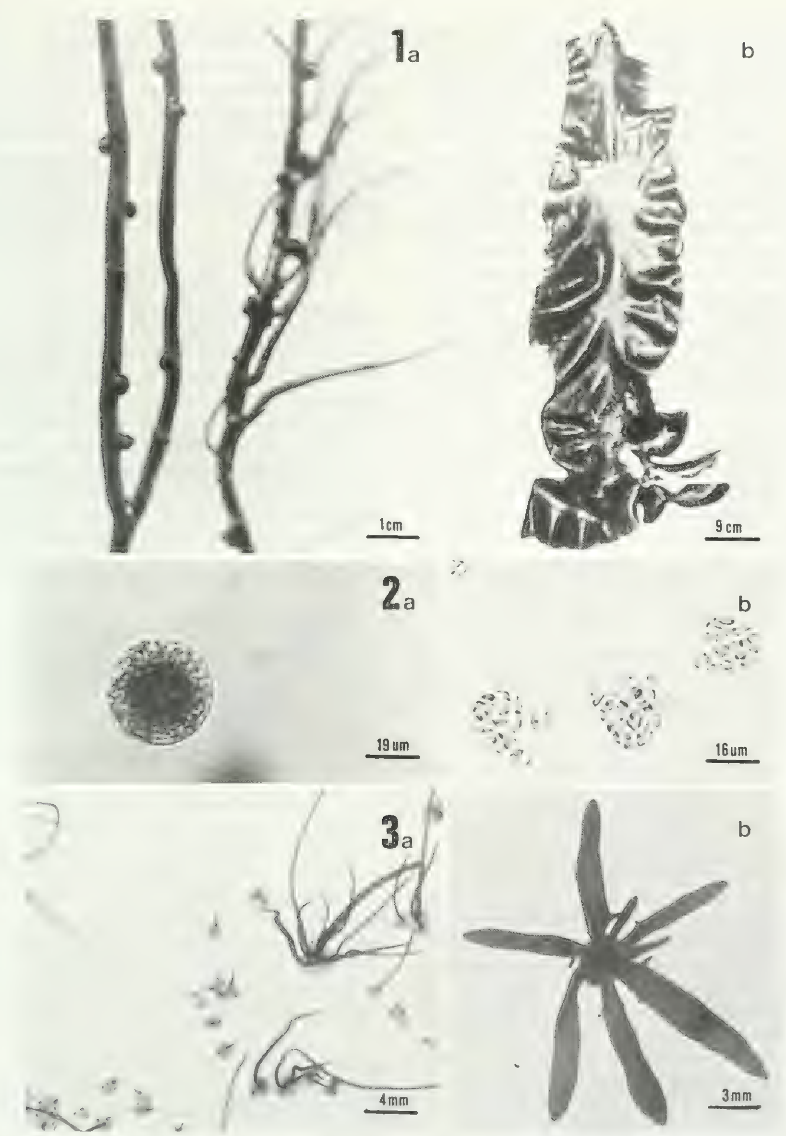


Fig. 2. Morfología de talos: 1a, Fase gametofito femenino de *Gracilaria verrucosa* con cistocarpos maduros; b, Fase gametofito femenino de *Iridaea ciliata*. Germinación de esporas: 2a, carpósporas de *Gracilaria*; b, desarrollo de car pósporas de *Iridaea*. Formación de talos en sustrato loza: 3a, talo fialmentoso desarrollado desde disco adherente de *Gracilaria*; b, talo laminar formado desde disco tetrasporofitico de *Iridaea*.

por 10 y 20 minutos, fueron suspendidos en acuarios (200 x 110 x 70 cm) conteniendo 500 ml de agua de mar filtrada y enriquecida con solución Provasoli (Provasoli, 1968), para obtener liberación de carpósporas.

Los sustratos utilizados y que se instalaron en el fondo de los acuarios fueron: red anchovetera, perlón, valvas de *Fissurella* sp. con y sin cubierta carbonada (en posición cóncava y convexa) y loza. Todos los sustratos fueron esterilizados en autoclave. Los acuarios (5) se instalaron en las mismas condiciones de cultivo dadas en la experiencia anterior. Una vez observada la liberación de esporas se retiraron los trozos de alga. El medio de cultivo se renovó semanalmente y los cultivos fueron revisados periódicamente para observar colonización y desarrollo de las carpósporas. A partir de la tercera semana de cultivo, se le incorporó aireación a todos los acuarios.

La densidad de talos en los sustratos fue utilizada para determinar sustratos favorables para el desarrollo de carpósporas de ambas especies. El cálculo de densidad fue realizado mediante un área de mica transparente y cuadriculada de 25 mm^2. El área se lanzó al azar (n = 10) sobre los sustratos, procediendo luego al conteo de los talos delimitados por el área.

Un análisis de varianza de clasificación doble con réplicas fue aplicado para determinar diferencias significativas entre las especies en estudio y los tratamientos ensayados (Sokal y Rohlf, 1980).

RESULTADOS

1. **Inducción a la liberación de esporas**

Los cistocarpos de talos de *G. verrucosa* e *I. ciliata* (Fig. 1: 1a, b) liberaron carpósporas en todos los tratamientos aplicados. La esporulación fue advertida por la presencia de manchas de color rosado en el fondo de las cápsulas. Las carpósporas de *Gracilaria* e *Iridaea* tienen un diámetro que fluctúa entre 35 a 41 μm y 20 a 26 μm, respectivamente (Fig. 2: 2a, b).

TABLA I. — Promedio y desviación estándar de carpósporas de *G. verrucosa* liberadas luego de inducir los cistocarpos a esporulación por variación de factores abióticos.

	SALINIDAD		DESECACION		OSCURIDAD	
TIEMPO (minutos)	10‰	50‰	Parcial	Total	6° C	22° C
10	816 ± 7	89 ± 4	4.392 ± 14	4.290 ± 25	86 ± 2	138 ± 3
20	711 ± 11	359 ± 10	1.902 ± 18	1.692 ± 24	120 ± 11	288 ± 10
30	830 ± 7	593 ± 6	3.696 ± 110	271 ± 37	228 ± 6	407 ± 7

Los cistocarpos de *Gracilaria* (Tabla I), tratados con salinidad de 10‰ mostraron una relativa uniformidad en su esporulación a través del tiempo. En salinidad de 50‰, su tendencia fue de un aumento paulatino pero sin exceder los valores observados en 10‰. Las máximas esporulaciones de esta alga ocurrieron mediante el tratamiento de desecación. La desecación parcial aparece como una efectiva técnica para obtener gran cantidad de esporas, aun cuando hay una disminución en el número de carpósporas a 20 minutos. La desecación total provoca una gran liberación de esporas en los primeros 10 minutos, la que disminuye en los períodos posteriores. En oscuridad, la liberación de esporas tanto a 6° como a 22° C, sigue un comportamiento muy similar, dándose un aumento progresivo del número de carpósporas conforme transcurre el tiempo. El número de esporas liberadas con este tratamiento fue bajo.

TABLA II.— Promedio y desviación estándar de carpósporas de *I. ciliata* liberadas luego de inducir los cistocarpos a esporulación por variación de factores abióticos.

TIEMPO (minutos)	SALINIDAD		DESECACION		OSCURIDAD	
	10‰	50‰	Parcial	Total	6° C	22° C
10	1.794 ± 36	0	2.020 ± 48	0	1.198 ± 255	0
20	1.450 ± 54	4.448 ± 164	6.312 ± 214	0	4.109 ± 210	1.295 ± 101
30	1.731 ± 65	0	724 ± 54	114 ± 11	2.292 ± 123	2.328 ± 65

En *I. ciliata* (Tabla II), la producción de esporas mostró variaciones en los distintos factores ensayados. Si bien es cierto, a 10‰ se dio una esporulación uniformemente alta en los diferentes tiempos, ésta fue menor dejando los cistocarpos por 20 minutos a 50‰. Los cistocarpos sometidos a desecación parcial por 20 minutos, presentaron la mayor liberación de esporas de la experiencia. Un comportamiento opuesto provocó la desecación total, en donde la esporulación fue nula o escasa. En oscuridad, la liberación de esporas es mayor instalando los cistocarpos por 20 minutos a 6° C que a 22° C.

Los cistocarpos de ambas algas que permanecieron como control, sin estar sometidos a variación de factores abióticos, no liberaron esporas en el tiempo de incubación dado, sino que luego de una semana.

2. Colonización de carpósporas

Las esporas luego de liberadas del cistocarpo se asientan en los diferentes sustratos instalados en el fondo de los acuarios. Aquellas esporas que formaron coalescencia fueron fácilmente desprendidas por manipulación de los acuarios e incorporación de aireación, independiente del sustrato en donde estaban implantadas; lo mismo sucedió con algunas esporas fijadas en forma aislada. En ambos casos y con posterioridad, al quedar en contacto con el sustrato pueden readherirse a él.

El perlón no presentó esporas implantadas en su superficie, aun en su tramo destrenzado. La red anchovetera evidenciaba implantación tras las primeras observaciones, pero las esporas de ambas especies sobrevivieron hasta una semana luego de fijadas. Al hacer el cambio de medio de cultivo a los acuarios con red, el líquido presentó una coloración rojiza liberada de este sustrato. Las valvas de *Fissurella* sp. y lozas, fueron los sustratos que presentaron las mayores fijaciones de carpósporas. Los acuarios con *Gracilaria* presentaron alta contaminación con diatomeas.

A partir de la tercera semana de implantación de las carpósporas y posterior desarrollo del disco, una pequeña protuberancia en el centro de éste evidenciaba la formación de un talo erguido; esto fue similar para ambas especies. A las seis semanas de cultivo, los talos presentaban un tamaño de 1 a 4 mm y pigmentación marrón (Fig. 2: 3a, b). Tanto para *Gracilaria* e *Iridaea* el mayor número de talos implantados fue sobre el sustrato loza, de 192 y 303 talos por 25 mm², respectivamente (Tabla III).

En las valvas de *Fissurella* sp. el número de talos de ambas especies fue similar, tanto en la posición cóncava, como convexa.

TABLA III.— Promedio de talos de *G. verrucosa* e *I. ciliata* por área de muestreo (25 mm²), sobre los sustratos.

ESPECIES	SUSTRATOS			
	VALVAS FISSURELLA (LAPA)			TROZOS LOZA
	POSICION CONCAVA	POSICION CONVEXA	P. CONVEXA CARBONATADA	
G. verrucosa	[illegible]	[illegible]	49 ± 3	192 ± 15
I. ciliata	[illegible]	[illegible]	9 ± 2	303 ± 31

DISCUSION Y CONCLUSIONES

G. verrucosa liberó esporas en todos los tratamientos ensayados, se observó que las mayores esporulaciones se producen bajo el efecto de la desecación. Este tratamiento a 50° C es eficiente a los 10 minutos, pero se hace crítico en el tiempo

al bajar la producción de esporas en más de un 90% de los 10 a 30 minutos. En desecación parcial se mantiene la alta liberación de esporas. De acuerdo a los resultados de la ANOVA se dan diferencias significativas al nivel del 99% de confiabilidad entre tratamientos.

Al extrapolar el número promedio de esporas obtenidas en las alícuotas con el contenido en los 20 ml de la cápsula, se obtiene un valor de producción por cistocarpo incubado en diferentes tratamientos de aproximadamente 60 a 2.900 carpósporas. Este rango de producción es más amplio que el citado por Kim (1970) para especies del género *Gracilaria*, que fluctúa entre 200 a 2.000 carpósporas y por Oza (1975), que estudiando la liberación de esporas en *G. corticata* J. Agardh da un valor de 200 a 250 carpósporas por cistocarpo.

Tanto la salinidad como la oscuridad a diferentes temperaturas, no inciden en una esporulación masiva de los cistocarpos, en estos tratamientos se producen los valores más bajos de liberación de capósporas. Lo opuesto fue observado por Rao (1976) en *G. corticata*, donde obtuvo la mayor esporulación a salinidad de 40‰ y durante la noche, encontrando además que este proceso disminuyó a salinidades sobre 40‰ y bajo 10‰. El comportamiento de los cistocarpos frente a factores como salinidad o desecación, se presenta uniforme o variable (Tabla I y II), probablemente como consecuencia del estado de madurez del cistocarpo. Si bien es cierto, Kim (1970) señala que el ritmo de esporulación aumenta cuando el alga se ha sumergido en diferentes salinidades, debido a cambios en la presión osmótica de los tejidos, esta respuesta del alga puede estar en relación al estado fisiológico del proceso de maduración.

La producción de esporas en *I. ciliata* ocurrió en todos los tratamientos, pero no en todos los tiempos ensayados. La mayor esporulación tuvo lugar con la desecación parcial a los 20 minutos. El promedio máximo de esporas liberadas por cistocarpos fue de 4.500. El tiempo de inducción a la esporulación se hace crítico a la salinidad de 50‰, pero no en oscuridad, en donde tiempos mayores a 10 minutos producen una mayor salida de esporas. Al respecto, Mumford y Waaland (1980) observaron en *Iridaea cordata* (Turner) Bory, que la liberación de esporas de talos tetrasporofíticos y cistocárpicos es iniciada en períodos de iluminación, previa inducción en os-

TABLA IV.— Análisis de varianza y valores de significancia para los factores de especies (*G. verrucosa* e *I. ciliata*) y a) Salinidad, b) Desecación, c) Oscuridad y d) Sustratos

(a)

ORIGEN DE LA VARIANZA	G.L	F
Subgrupos	3	
A (columnas; especies)	1	2.813,4
B (filas; salinidades)	1	261,7
A X B (interacción)	1	49,3
Intrasubgrupos (error)	8	
	$F_{0.01(1,8)}$	11,26

(b)

ORIGEN DE LA VARIANZA	G.L	F
Subgrupos	3	
A (columnas; especies)	1	1.300,6
B (filas; desecaciones)	1	4.172,9
A X B (interacción)	1	705,2
Intrasubgrupos (error)	8	
	$F_{0.01(1,8)}$	11,26

(c)

ORIGEN DE LA VARIANZA	G.L	F
Subgrupos	3	
A (columnas; especies)	1	2.953,4
B (filas; oscuridad)	1	381,4
A X B (interacción)	1	570,4
Intrasubgrupos (error)	8	
	$F_{0.01(1,8)}$	11,26

(d)

ORIGEN DE LA VARIANZA	G.L.	F
Subgrupos	7	
A (columnas; especies)	1	10,5
B (filas; sustratos)	3	975,4
A X B (interacción)	3	122,7
Intrasubgrupos (error)	72	
	$F_{0.01(1,72)}$:	6,85
	$F_{0.01(3,72)}$:	3,95

curidad por varias horas, lo que para nuestra especie no fue necesario un tiempo de inducción prolongado.

En general, los resultados sobre liberación de esporas versus factores abióticos, corroboraron lo dicho en la literatura al considerar a *G. verrucosa* como una especie eurihalina y euritérmica, observándose que tiene un comportamiento uniforme y libera esporas en condiciones extremas de salinidad, desecación y temperatura. En *I. ciliata* la esporulación fue inhibida en situaciones extremas de los parámetros ensayados. Lo anterior se ve reflejado en la ANOVA, que mostró diferencias muy significativas entre las especies, interactuando con los tratamientos inductivos, en términos de número de esporas liberadas (Tabla IV).

De los parámetros ensayados, la desecación como técnica de inducción a la esporulación masiva resultó ser la más efectiva para ambas especies.

En los sustratos utilizados para obtener fijación y desarrollo de esporas, la mayor densidad de éstas, tanto para *G. verrucosa* como para *I. ciliata*, fue en el sustrato loza. Las valvas de *Fissurella* sp. presentaron una alta colonización de carpósporas, tanto por su cubierta nacarada (lado cóncavo) como por su parte porosa y carbonatada (lado convexo), pero su uso puede estar limitado por ser un sustrato muy quebradizo.

El contacto y adhesión de las esporas sobre los sustratos probados, ocurre de una a cinco horas después de liberadas. Pasadas 10 horas de no fijación, las esporas tienden a permanecer en suspensión formando por lo general masas celulares, las que posteriormente se adhieren al sustrato formando un disco multiestromático. Esto concuerda con lo observado por otros autores en la implantación de esporas en especies de Gigartinaceae (West et al., 1978; Hansen, 1975). De acuero a lo observado y a lo encontrado en la literatura, mientras menor sea el tiempo que transcurre desde la liberación de esporas hasta el asentamiento de ellas, existe mayor probabilidad que las esporas desarrollen un disco adherente. En el caso de *G. corticata*, el proceso de liberación y adherencia de carpósporas al sustrato demora 4 a 6 horas y la germinación comienza inmediatamente post-adhesión (Oza, 1975).

Las esporas generalmente van cubiertas con una sustancia mucilaginosa (polisacárido) que puede favorecer la adherencia de la célula al sustrato. Observaciones realizadas por Katada (1955) en la liberación y asentamiento de esporas en *Gelidium amansii* Lamouroux encontró que la mayoría de ellas se fijaban al sustrato minutos después de su liberación, pero esta acción disminuía conforme pasaba el tiempo debido a la dilución en el medio de la sustancia mucilaginosa que las envuelve.

El comportamiento de las esporas en la colonización de sustratos está muy relacionado con la dinámica del medio. Un medio estático facilitará un rápido asentamiento de la célula y formación del disco o en otros casos favorecerá la coalescencia de esporas. Un medio dinámico provocará una demora en el asentamiento de las esporas con la consecuente formación de masas celulares.

La fijación y el posterior desarrollo de esporas tanto de *G. verrucosa* e *I. ciliata*, se vio favorecida debido a que en las dos primeras semanas de la experiencia el cultivo era estático. Posteriormente se le incorporó aireación a los acuarios, esto último más la manipulación de los mismos provocó desprendimiento de las esporas ya adheridas o de masas celulares, las que más tarde mostraron una lenta reimplantación.

El desarrollo de esporas sobre sustratos artificiales, en algunas experiencias, ha sido inhibido por la liberación de sustancias tóxicas de estos sustratos al medio. Probablemente la implantación y el no desarrollo de esporas de *G. verrucosa* e *I. ciliata* en red anchovetera y perlón sea consecuencia de la dilución en el medio de sustancias nocivas ("antifouling") liberadas desde estos sustratos.

BIBLIOGRAFIA

ALVEAL, K. 1986. Experimentos de cultivo en el área de Tubul - Golfo de Arauco. En Alveal, K., Candia, A., Inostroza, I., Pizarro, A., Poblete, A. y Romo, H. (eds.). Mem. Sem. Tall. Manejo y Cultivo de *Gracilaria*. 1 : 166 — 193

DIAZ, M. 1986. Cultivo y explotación de *Gracilaria* en la II Región — Chile : un análisis crítico. En Alveal, K., Candia, A., Inostroza, I., Pizarro, A., Poblete, A. y Romo, H. (eds.). Mem. Sem. Tall. Manejo y Cultivo de *Gracilaria*, 1 : 73 — 101.

HANSEN, J. 1975. Population studies of *Iridaea cordata* (Rhodophyta, Gigartinaceae). J. Phycol., 2 (suppl.). p. 12.

KATADA, M. 1955. Fundamental studies on the propagation of Gelidiaceous algae with special reference to shedding and adhesion of the spores, germination, growth and vegetative propagation. J. Shimonoseki Coll. Fish., 5 : 1—97.

KIM, D.H. 1970. Economically important seaweeds, in Chile, I. *Gracilaria*, Bot. Mar., 13 : 140—162.

MATHIESON, A.C. 1976. Seaweed aquaculture. Marine Fisheries Rev., 37 : 2—14.

MUMFORD, T. Jr. y WAALAND, R 1980. Progress and prospects for field cultivation of *Iridaea cordata* and *Gigartina exasperata*, Hopkins Marine Station of Stanford University, Pacific Grove, California, 59 pp.

OZA, R.M. y KRISHNAMURTHY, V. 1967. Studies on carposporic rhythm of *G. verrucosa* (Huds.) Papenf., Bot. Mar., 11 (1—4) : 118—121.

OZA, R. M. 1975. Studies on Indian *Gracilaria*, I. Carpospore and tetraspore germination and early stage of development in *G. corticata* J. Ag. Bot. Mar., 18 : 199—201.

PIZARRO, A. 1986. Evaluación de métodos de plantación de *Gracilaria* en la III Región. En Alveal, K., Candia, A., Inostroza, I., Pizarro, A., Poblete, A. y Romo, H. (eds.). Mem. Sem. Tall. Manejo y Cultivo de *Gracilaria*., 1 : 102—134.

PIZARRO, A., ROMO, H. y MUÑOZ, M. 1986. Estructura y dinámica de una población submareal de *Iridaea ciliata*. Resúmenes VI Reunión de Botánica, Universidad Austral. Valdivia. p. 46.

PROVASOLI, L. 1968. Media and prospects for the cultivation of marine algae. In Watanabe, A. and Hattori, A. edit. Culture and collection of algae. Proc. U.S. —Japan Conf. Hakone, sept. 1966, 63—75. Jap. Soc. Plant Physiol.

RAO, M.U. 1976. Spore liberation in *Gracilaria corticata* J. Agardh growing at Mandapam. J. exp. mar. Biol. Ecol., 21 : 91—98.

SANTELICES, B. y FONCK, E. 1979. Ecologia y cultivo de *Gracilaria lemanaeformis* en Chile central. En B. Santelices. (ed.), Actas I Symp. Algas Mar. Chilenas., 1 : 165—200.

SERNAP. 1983. Anuario estadistico de pesca. Ministerio de Economia, Fomento y Reconstrucción. Servicio Nacional de Pesca, Chile. 99 pp.

SOKAL, R. y ROHLF, J. 1980. Introducción a la bioestadística. Editorial Reverté S.A., Barcelona, España. 362 pp.

WEST, J.A., POLANSHEK, A.R. y SHEVLIN, D. 1978. Field and culture studies on *Gigartina agardhii* (Rhodophyta). J. Phycol., 14 : 416—426.

Gayana, Bot. 45 (1-4):305-308, 1988 ISSN 0016-5301

CULTIVO DE *GRACILARIA CHILENSIS* (RHODOPHYTA GIGARTINACEAE) EN CONDICIONES DE LABORATORIO

CULTURE STUDIES OF GRACILARIA CHILENSIS *(RHODOPHYTA GIGARTINACEAE) UNDER LABORATORY CONDITIONS*

Patricia Möller*
Renato Westermeier*

RESUMEN

Se estudió la historia de vida de *Gracilaria chilensis* bajo distintas condiciones de temperatura y luz, con plantas cistocárpicas provenientes de Niebla y de Maullín. Se estableció la tasa de crecimiento especifico de las plantas tetraspóricas y gametofitas tanto libres como fijas a un sustrato, observándose la evolución de los talos luego de finalizado el período de liberación de elementos reproductivos.

Los resultados demuestran que la temperatura es una variable determinante para que las plantas formen elementos reproductivos, y que luego de liberarse éstos, las plantas tanto tetraspóricas como cistocárpicas, comienzan a decolorarse progresivamente. Se encontró una tasa de crecimiento especifico mayor en las plantas tetraspóricas y en aquellas no arraigadas al sustrato. Pudo observarse además, anormalidades en las fases reproductivas, tales como gametofitos masculinos con tetrasporangios y plantas cistocárpicas con espermatangios

Observaciones al microscopio revelan la presencia de espermatangios tipo textorii en las plantas masculinas, lo cual se ajusta a la descripción de *Gracilaria chilensis*.

ABSTRACT

Cystocarpic plant collected from Niebla and Maullín (South of Chile), have been used to study the life history of *Gracilaria* sp. under different temperature and light laboratory conditions. Growth rates of tetrasporophytes and gametophytes (free and substrate attached specimens), and thalli evolution after reproductive cell liberation were also studied.

Water temperature was the key factor to form reproductive cells. Which after been released, both tetrasporophytes and gametophytes began to decolorate. Tetrasporic plants not attached to the substrate had a higher growth rate. Abnormalities were observed in the reproductive phases, *e. g.*, male plants were found with tetrasporangia and female plants with spermatangia. Microscopic analyses showed textorii type spermatangia in the male plants, situation which agrees with the characteristics mentioned for *Gracilaria chilensis*.

KEYWORDS: *Gracilaria*, laboratory culture, temperature light, textory type.

INTRODUCCION

El género *Gracilaria* constituye un importante recurso en Chile, a pesar de su interés económico pocos aspectos de su biología han sido estudiados, requiriéndose además (Abbott, 1979) detalladas investigaciones taxonómicas y ecológicas.

Se sostiene (Kim, 1970; Romo et. al., 1979) que las poblaciones encontradas a lo largo del país están conformadas por *G. lemaneiformis* en el norte y por *G. verrucosa* en el sur, aunque recientemente Bird et al. (1987) describen otra especie, *G. chilensis*, poniendo en duda la presencia de *G. verrucosa*.

Algunos estudios sobre cultivo en laborato-

*Instituto de Botánica
Universidad Austral de Chile
Casilla 567
Valdivia - Chile

rio realizados en especies chilenas de *Gracilaria*, evalúan los efectos que distintas condiciones, luz, temperatura (Kim y Candia, 1977; Edding et al., 1987) y salinidad (Muñoz et al., 1984), ejercen sobre el crecimiento.

En el presente trabajo se desarrollaron las distintas formas de vida de *Gracilaria* bajo condiciones experimentales, con la finalidad de reconocer las fases y su comportamiento en relación a parámetros ambientales.

MATERIAL Y METODOS

Se colectaron plantas cistocárpicas provenientes de las localidades de Niebla y Maullín. Los cistocarpos maduros fueron separados del talo y lavados cuidadosamente con un pincel y agua de mar estéril y colocados en placas Petri hasta la liberación de las esporas.

Las carpósporas liberadas fueron transferidas con una micropipeta a sucesivos baños de agua de mar estéril. Finalmente, fueron sembradas sobre cubreobjetos y colocadas en placas Petri bajo 3 condiciones de cultivo diferentes: 19°C, 40-50 uE $m^{-2}s^{-1}$, luz permanente; 13°C, 55 uE $m^{-2}s^{-1}$, fotoperíodo 16:$\overline{8}$; 16°C, 16 uE $m^{-2}s^{-1}$, luz permanente.

Se siguió el desarrollo de las historias de vida de la especie bajo las diferentes condiciones de cultivo señaladas durante 6 meses. Se realizó cortes histológicos de los gametofitos masculinos obtenidos en el laboratorio, tanto en plantas provenientes de Maullín como de Niebla, para observar el tipo de espermatangio.

El medio empleado en los cultivos fue Provasoli-ES con una salinidad de 33‰. La iluminación fue proporcionada por tubos fluorescentes de luz blanca. El medio cultivo fue cambiado quincenalmente.

A los 60 días aproximadamente se transfirió un grupo de plántulas a matraces de 100 ml proporcionándoles aireación. Se controló el crecimiento semanal, como incremento en peso húmedo en grupos de plántulas tetraspóricas y gametofíticas libres y arraigadas a sustrato, bajo condiciones de cultivo de 19°C, 40-50 uE $m^{-2}s^{-1}$ y luz permanente.

RESULTADOS

La liberación de las carpósporas ocurrió al primer y segundo día de separados los cistocarpos del talo.

La historia de vida de *Gracilaria* se completó en 6 meses y medio a 19°C. A temperatura más baja necesitó mayor tiempo que el de experimentación para alcanzar los estados reproductivos (Tabla I).

Tabla I Efecto de temperatura, luz y fotoperiodo en el tiempo de maduración de las fases reproductivas de *Gracilaria chilensis*.

Temperatura (°C)	Fotoperíodo (horas luz)	Densidad de flujo de fotones (uEm^{-2}s^{-1})	Fase tetraspórica	Fase Gametofítica.	Fase cistocárpica
19	24	40 50	libera esporas a los 72 días	espermatangios maduros a los 90 días, a los 97 días se esbozan cistocarpos	liberan carpósporas a los 30 días
13	16	55	crecimiento indefinido. Sin fructificar	——	-
16	24	16	libera esporas a los 5 meses	Se desarrolla muy poco durante el periodo de experimentación	--

El crecimiento de las fases gametofítica y tetraspórica se controló durante 42 días. A los 20 días aproximadamente se observó gametofitos masculinos con soros de espermatangios maduros y posterior desarrollo de cistocarpos. Las plantas masculinas presentan soros espermatangiales en zonas globosas de tonalidad algo más clara que el resto de la planta. Las características de los espermatangios, corresponden a la especie *Gracilaria chilensis* (Bird et al., 1987) y se encontraron en los cultivos de cepas provenientes de Niebla y de Maullín. La maduración de los gametofitos ocurrió tanto en las plantas libres como en aquéllas arraigadas.

En la fase tetraspórica no se evidenció fructificación en ninguna de las dos condiciones mientras se controló el crecimiento. Los resultados indican que el crecimiento es más acelerado en las plantas tetraspóricas (Fig. 1) que en las gametofitas (Fig. 2), y aparentemente también las afecta la carencia de sustrato, ya que en ausencia de él ambas fases mostraron crecimientos mayores.

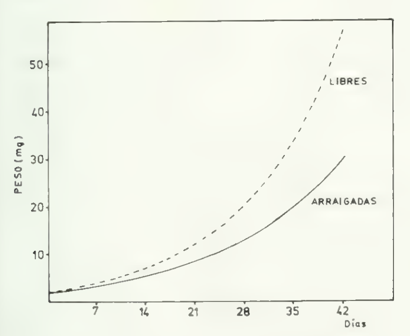


Fig. 1.— Velocidad de crecimiento (mg) de plantas tetraspóricas de *G. chilensis*.

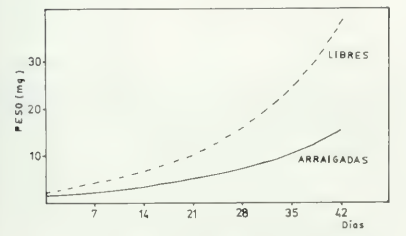


Fig. 2.— Velocidad de crecimiento (mg) de plantas gametofíticas de *G. chilensis*.

Dos tipos de anomalías reproductivas fueron encontradas en los cultivos. Espermatangios, ocurriendo simultáneamente con tetrasporas y cistocarpos.

DISCUSION

En el desarrollo de *Gracilaria* influyen diversos factores, Bird et al. (1977) indican que la temperatura es el factor crítico en la germinación de esporas. En el crecimiento posterior influyen tanto la temperatura como la intensidad de luz y en la fructificación se requieren igualmente combinaciones adecuadas de ambas variables (Kim y Candia, 1977).

La fructificación de las plantas a 19°C y 16°C indica que éstas se desarrollan bien dentro de ese rango de temperatura. Sin embargo, llama la atención que a 13°C no alcancen la madurez sexual, considerando que el rango de temperatura en el cual crecen las plantas en Maullín es de 6° a 21°C con un promedio anual de 14°C (Westermeier et al. 1988a, 1988b). Esto podría ser una posible explicación a la predominancia de plantas infértiles en muchas de las praderas naturales submareales (Kim, 1970; Westermeier, 1986).

Una mayor tasa de crecimiento de plantas tetraspóricas sobre las gametofitas es reportada también por Edelstein (1977), por otra parte Jones (1959) señala mayores tasas *in situ* de las plantas tetraspóricas sobre las cistocárpicas. Estas observaciones, junto a las efectuadas en poblaciones de *Gracilaria verrucosa* libre-flotante son siempre estériles (Causey et al. 1946 *fide* Hoyle, 1975), o infértiles durante la mayor parte del año (Kim, 1970), lo que concuerda con las observaciones de Mathieson y Norton (1983) en poblaciones libre-flotantes en las cuales se señalan hay preponderancia de plantas diploides de infertilidad prolongada. El mayor crecimiento encontrado en las plantas desarraigadas es considerado un fenómeno de laboratorio (Bird et al., 1977), probablemente atribuido al movimiento a que estaban sometidas las plantas con el burbujeo del aire.

Aunque el ciclo de vida de *Gracilaria* es típicamente del tipo *Polysiphonia* (Ogata et al. 1972), es frecuente encontrar anormalidades en cultivo de laboratorio (Bird et al. 1987; Bird y McLachlan, 1986; Edding et al., 1987). La ocurrencia de estas anomalías reproductivas es

por sí misma curiosa, ya que *Gracilaria* usualmente fructifica sólo cuando está creciendo bien (McLachlan y Bird, 1984). Van den Meer (1977) reporta para el género *Gracilaria* presencia de estructuras reproductivas masculinas y femeninas ocurriendo en una misma planta. Hecho que estaría motivado por una división incompleta de las tetrasporas.

La configuración de los espermatangios es considerada un criterio taxonómico útil (Bird y McLachlan, 1982), lo que confirmaría la presencia de la especie *G. chilensis* en Niebla y Maullín.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de un Macroproyecto sobre *Gracilaria* en Chile. Los fondos fueron aportados al coautor de esta investigación por la Fundación Volkswagenwerk (Alemania Federal), la Organización de Estados Americanos (OEA, CHI/86-87), la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), DFG-GTZ, Alemania Federal y la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Austral de Chile, Proyecto RS-85-37. Para estas organizaciones un reconocimiento muy especial.

A la Sra. C. Bravo nuestros agradecimientos por el mecanografiado.

BIBLIOGRAFIA

ABBOTT, I.A., 1979. Taxonomic problems in economically important species of algae. Actas I Symp. Algas. Mar. Chilenas: 51-58

BIRD, N., MCLACHLAN, J. and GRUND, D., 1977. Studies on *Gracilaria*. In vitro life history of *Gracilaria* sp. from the Maritime Provinces Can. J. Bot. 55: 1282-1290

BIRD, C.J. and MCLACHLAN, J., 1982. Some underutilized taxonomic criteria in *Gracilaria* (Rhodophyta, Gigartinales). Bot. Mar. 25: 557-562

BIRD, C.J., MCLACHLAN, J., 1986. The effect of salinity on distribution of species of *Gracilaria* Grev. (Rhodophyta, Gigartinales): An experimental assesment. Bot. Mar. 29: 231-238.

BIRD, C.J., MCLACHLAN, J. and DE OLIVEIRA, E.C., 1987 *Gracilaria chilensis* sp. nov. (Rhodophyta, Gigartinales), from Pacific South America. Can. J. Bot. (in press)

EDDING, M., LEON, C. and AMBLER, P., 1987. Growth of *Gracilaria* sp. in the laboratory. Hydrobiologia 151/152: 375-379. XIIth Int. Seaweed Symp. M.A. Ragan y C.J. Bird (Eds).

EDELSTEIN, T., 1977. Studies on *Gracilaria* sp. Experiments on inocula incubated under greenhouse conditions. J. exp. mar. Biol. Ecol. 33: 249-259

JONES, W.E., 1959. The growth and fruiting of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss. J. mar. Biol. Ass. U. K. 38: 47-56.

KIM, D.H., 1970. Economically important seaweeds in Chile I. *Gracilaria*. Bot. Mar. 13: 140-162

KIM, D.H. y CANDIA, A., 1977. Una nota sobre el cultivo unialgal de *Gracilaria* proveniente de la Isla Santa María y Río Tubul, Provincia de Arauco, Chile. Bol. Soc. Biol. Concepción 51 (1): 107-112.

MATHIESON, A.C. and NORTON, T.A., 1983. The biology of unattached seaweeds. *In* Progress in phycological research, Vol. 2. Edited by F.E. Round and D.J. Chapman, Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam, 333-386.

MCLACHLAN, J., and BIRD, C.J., 1984. Geographical and experimental asessment of the distribution of *Gracilaria* species (Rhodophyta: Gigartinales) in relation to temperature. Helgolander Meeresunters. 38: 319-334

MOYLE, M., 1975. The literature pertinent to the red algal genus *Gracilaria* in Hawaii. Marine Agronomy, U.S. Sea Grant Programm, Technical Report 3: 1-340.

MUNOZ, M.A., ROMO, H. y ALVEAL, K., 1984. Efectos de la salinidad en el crecimiento de tetrasporofitos juveniles de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss (Rhodophyta, Gigartinales). Gayana, Bot. 41(1-2): 119-125.

OGATA, E.T., MATSUI, T. and NAKAMURA, H., 1972. The life cicle of *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyceae, Gigartinales) in vitro. Phycologia 11:75-80.

ROMO, H., ALVEAL, K. y DELLAROSSA, V., 1979. Biología de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en Chile central. Actas I Symp. Algas Mar. Chilenas: 155-163.

VAN DER MEER, J., 1977. Genetics of *Gracilaria* sp. (Rhodophyceae, Gigartinales) II The life history and genetic implications of cytogenetic failure during tetraspore formation. Phycologia (1977) 16(4): 367-371

WESTERMEIER, R., 1986. Antecedentes sobre productividad y producción de algas *Gracilaria* en praderas naturales. Investigaciones Específicas II: 1-77. Instituto de Fomento Pesquero.

WESTERMEIER, R., RIVERA, P. y GOMEZ, I., 1988a. Cultivo de *Gracilaria* sp. en el estuario Cariquilda. Biología Pesquera (en prensa)

WESTERMEIER, R., RIVERA, P. y GOMEZ, I., 1988b. El uso de mangas de polietileno como sustrato en el repoblamiento de *Gracilaria* en el Sur de Chile. Gayana (en prensa)

Gayana, Bot. 45 (1-4):309-315, 1988 ISSN 0016-5301

EXCRECION DE AMONIO POR *ARGOPECTEN PURPURATUS* (MOLLUSCA, PECTINIDAE) Y SU UTILIZACION POR *GRACILARIA SP.* (RHODOPHYTA, GRACILARIACEAE): UNA POSIBILIDAD DE POLICULTIVO*

EXCRETION OF AMMONIUM BY ARGOPECTEN PURPURATUS *(MOLLUSCA, PECTINIDAE) AND THEIR UTILIZATION BY* GRACILARIA SP., *(RHODOPHYTA, GRACILARIACEAE): A POSSIBILITY OF POLYCULTURE**

Rattcliff Ambler**
Mario Edding**
Ana Rodríguez**
Sergio Escobar**

RESUMEN

El "Ostión del Norte" *(Argopecten purpuratus)* es un molusco filtrador que se encuentra habitando las praderas naturales de *Gracilaria sp.* en Bahía La Herradura de Guayacán, Coquimbo, Chile. El principal producto nitrogenado excretado por este molusco es amonio, que puede ser utilizado como fertilizante en cultivos de *Gracilaria*. Este trabajo cuantifica la tasa de excreción de amonio de ostiones y la tasa de absorción de amonio de *Gracilaria sp.* cultivada en acuarios con diferentes densidades de ostiones. Se reporta el efecto de los ostiones, evaluado por la excreción de amonio, sobre la productividad y los niveles de ficoeritrina en *Gracilaria sp.*

La tasa de excreción de amonio en semilla de ostión fue de 0,232 ± 0,115 umoles ind^{-1} h^{-1} y de 0,780 ± 0,021 umoles ind^{-1} h^{-1} en ostiones adultos. Experimentos realizados a 130 uE m^{-2} s^{-1} y a 18,0 ± 1,0 °C indicaron que la tasa de absorción de amonio en *Gracilaria* aumenta en función del incremento de la concentración de amonio, observándose una tasa de absorción máxima de 5,084 ± 2,718 umoles de NH4-N g peso $seco^{-1}$ h^{-1} a partir de una concentración inicial de 12,011 ± 3,620 uM de NH4-N. Las diferentes concentraciones de amonio produjeron un efecto de aumento lineal significativo sobre el contenido de ficoeritrina ($P < 0,001$). La productividad de *Gracilaria sp.* fue relativamente superior al tratar los talos con amonio. Se observó una productividad de 11,40 ± 0,80 g peso seco m^{-2} $día^{-1}$ al utilizar 130 semillas de ostión que equivalen a una concentración de 30,16 umoles de NH4-N h^{-1}. En base a los resultados obtenidos en la presente investigación, se discute la factibilidad de efectuar cultivos mixtos con ostiones y talos de *Gracilaria*.

*Esta investigación es parte de las actividades correspondientes al trabajo de tesis del primer autor, experimentos del curso de Fisiología Vegetal del Departamento de Biología Marina y del "Programa de cultivo y Biología de Algas Marinas" (DGI — 68.73).

**Departamento de Biología Marina
Universidad del Norte — Sede Coquimbo
Casilla 117
Coquimbo — Chile.

ABSTRACT

The scallop *(Argopecten purpuratus)* is found inhabiting natural beds of *Gracilaria sp.* in La Herradura Bay of Guayacán, Coquimbo, Chile. The main excretory nitrogenate product produced by this bivalve is ammonium, which can be utilized as fertilizer in massive cultures of *Gracilaria*. This work reports on the ammonium rate of excretion of *A. purpuratus* and the rate of ammonium absorption by *Gracilaria sp.* and their effect on phycoerythrin levels and productivity.

The rate of ammonium excretion in scallop seeds was 0,232 $\pm$ 0,115 uM ind^{-1} h^{-1}, and in adult scallops was 0,780 $\pm$ 0,021 uM ind^{-1} h^{-1}. In experiments done under FFD of 130 uE m^{-2} s^{-1} and 18,0 + 1,0 °C was observed that the ammonium rate of absorption increased as function of ammonium concentration. The maximum rate of absorption was 5,084 $\pm$ 2,718 uM of NH4-N g dry weight^{-1} h^{-1} when the initial ammonium concentration in seawater was 12,011 + 3,62 uM. Phycoerythryn shown a positive correlation (P < 0,001) with ammonium levels in seawater. The productivity in *Gracilaria* was higher when the thallus was ammonium fertilized. When 130 scallop seeds, that produced an ammonium concentration of 30,16 uM h^{-1}, were utilized to fertilize *Gracilaria*, the productivity was 11,40 $\pm$ 0,80 g dry weight m^{-2} day^{-1}. The possibility of a mixed culture of *A. purpuratus* and *Gracilaria* (in tanks) is discussed.

KEYWORDS: Ammonia, productivity, phycoerythrin, *Gracilaria*, *Argopecten*

INTRODUCCION

Uno de los problemas del cultivo de *Gracilaria sp.* en estanques es la decoloración de sus talos; la que se debería a la disminución de sus reservas de nitrógeno, incluido principalmente entre ellas el pigmento fotosintético ficoeritrina (Duke et. al., 1986), producto de una mayor actividad fotosintética. En condiciones naturales, las tasas de absorción y el crecimiento de *Gracilaria* dependen de múltiples interacciones de variables ambientales lo que indica que las reservas de nitrógeno pueden variar repetidas veces durante cortos períodos de tiempo y que puede ser detectado por las variaciones de los niveles de ficoeritrina (McLachlan y Bird, 1986).

El amonio constituye una importante fuente de nitrógeno para un gran número de macroalgas (Bray et. al., 1986; Cancino y Orellana, 1986). El "Ostión del Norte" *(Argopecten purpuratus)* es un molusco filtrador que se encuentra habitando las praderas naturales de *Gracilaria* en Bahía La Herradura de Guayacán, Coquimbo. El amonio es el principal producto nitrogenado excretado por este bivalvo, el que podría ser utilizado como fertilizante en cultivos de *Gracilaria*.

En este trabajo se presentan datos de experimentos en laboratorio sobre:

a) Tasa de excreción de amonio de *Argopecten purpuratus*.

b) Tasa de absorción de amonio en *Gracilaria*.

c) Efecto de los ostiones sobre la productividad y concentración de ficoeritrina en *Gracilaria*. En esta investigación sólo se reportan los beneficios que los ostiones suministran a *Gracilaria*.

MATERIAL Y METODOS

En los experimentos se utilizó *Gracilaria sp.* y ejemplares adultos de *Argopecten purpuratus* recolectados en Bahía La Herradura de Guayacán, Coquimbo (29° 58' 23" S; 71° 21' 30" W.). Semillas de ostión fueron obtenidas del "Laboratorio de ambiente controlado productor de semillas" de la Universidad del Norte, Coquimbo. El material biológico fue mantenido por separado en acuarios con agua de mar circulante con una temperatura de 18,0 $\pm$ 1,0 °C. Los ostiones fueron alimentados con *Isochrysis galbana* var. *tahiti* (100.000 cels/ml) previo al inicio de los experimentos. En los experimentos de excreción y absorción se trabajó con agua de mar esterilizada por luz ultravioleta (UV) y filtrada a 0,45 micrones.

Excreción

El aporte de amonio de *Argopecten purpuratus* fue medido en dos grupos de individuos: "Talla semilla" (1,58 $\pm$ 0,25 cm.) y "Talla adulta" (8,51 $\pm$ 0,87 cm.).

El amonio excretado por semillas de ostión fue medido en tres densidades: 10-20 y 40 individuos, que fueron colocados en recipientes de 1 litro donde se adicionó un volumen de 500 ml de agua de mar. Cada experimento fue triplicado. El amonio excretado fue medido al cabo de 1 hora.

El amonio excretado por ostiones adultos fue cuantificado en ocho individuos aislados en recipientes de 1 l y medido al cabo de 24 horas.

Absorción

En recipientes de 1 l se adicionó un volumen de 500 ml de agua de mar que fue enriquecida durante 80 minutos con 10-20 y 40 semillas de ostión. Cada experimento fue triplicado. Luego de retirar los ostiones, se agregó al recipiente 3 g de ápices de *Gracilaria*, cuidadosamente lavados y cepillados, provenientes de una misma planta. Los talos fueron pre-incubados durante cinco minutos en su correspondiente tratamiento experimental. Este experimento se realizó con una Densidad de Flujo Fotónico (DFF) de 130 µE m^{-2} s^{-1} y con una temperatura del agua de 18,0 ± 1,0 °C. El agua de mar fue mezclada por burbujeo de aire. El amonio residual fue medido al cabo de una hora.

Productividad

Talos de *Gracilaria* fueron cultivados en acuarios con 20 litros de agua de mar filtrada a 1 µm (Area del acuario: 0,076 m^2)y aireación permanente, con cloruro de amonio y diferentes densidades de ostiones (Tabla I).

I.— **Productividad con cloruro de amonio**

Se llevó a cabo un primer experimento con la finalidad de comprobar el efecto del cloruro de amonio como fertilizante sobre la productividad de *Gracilaria*. El peso húmedo inicial del alga fue de 50 g. El tratamiento consistió en adicionar diariamente durante las mañanas, paralelo al cambio de agua y limpieza de los acuarios, un volumen de solución de cloruro de amonio dando una concentración inicial de 26,435 ± 0,131 µM de NH4-N. Cada tratamiento, es decir, con y sin fertilizante, fue duplicado. La concentración del agua de mar utilizada en los experimentos fue de 0,735 ± 0,274 µM. Este experimento fue realizado entre el 27 de julio y el 28 de agosto de 1987. Durante este período se registró una temperatura del agua en los acuarios de 14,1 ± 1,9 °C durante el día y una densidad de flujo fotónico de 432,400 ± 72,700 µE m^{-2} s^{-1}. Se controló periódicamente el peso húmedo de las algas. Este peso fue determinado una vez secados los talos en una centrífuga durante cinco minutos. Al término de cada control, se retiró el exceso de peso y se restablecieron nuevamente los 50 g. Este exceso de alga fue secado en una estufa a 60 °C durante 48 horas. Al final del experimento se determinó la productividad en g peso seco m^{-2} día^{-1}.

II.— **Productividad con ostiones adultos**

Se realizó un experimento en forma paralela al anterior con diferentes densidades de ostiones adultos: 0-2-4-6-8, con la finalidad de cuantificar la productividad de *Gracilaria* en función del amonio excretado por los ostiones. Los ostiones fueron alimentados diariamente durante las mañanas con 50 ml de *Isochrysis galbana* var. *tahiti* (100.000 cels./ml.) por ostión adulto. Los tratamientos no se duplicaron en este experimento.

III.— **Productividad con semillas de ostión**

Se realizó un tercer experimento para cuantificar la productividad de *Gracilaria* en presencia de semillas de ostión, durante el 14 de octubre y el 3 de noviembre de 1987. Se trabajó con las densidades de: 0-10-30 y 130 semillas. Los tratamientos fueron duplicados. Durante este experimento la temperatura diaria del agua en los acuarios fue de 16,6 ± 1,6 °C y una DFF al mediodía de 1113,143 ± 569,029 µE m^{-2} s^{-1}. La concentración de amonio en el agua de mar utilizada en este experimento fue de 0,709 ± 0,194 µM.

Ficoeritrina

Al término del experimento de productividad con cloruro de amonio (I) y ostiones adultos (II) se cuantificó los niveles de ficoeritrina en ápices de *Gracilaria* de acuerdo al método propuesto por Beer y Eshel (1985). Se analizaron dos muestras de cada réplica.

RESULTADOS

Excreción

La tasa de excreción de amonio de semillas de ostión fue de 0,232 ± 0,115 µmoles de NH4-N ind^{-1} h^{-1}. La tasa de excreción de ostiones adultos fue de 0,780 ± 0,021 µmoles de NH4-N ind^{-1} h^{-1} (Fig. 1).

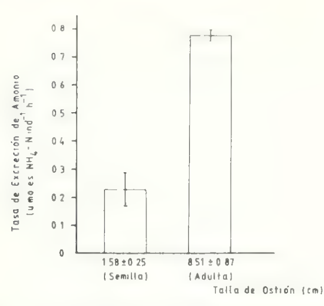


Fig. 1.— Excreción de amonio en *Argopecten purpuratus*.

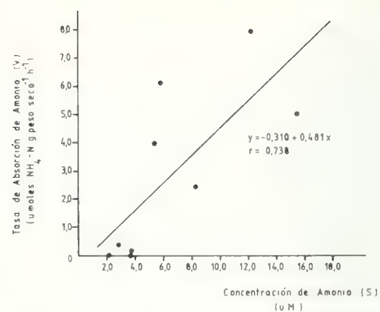


Fig. 2.— Absorción de amonio en *Gracilaria* sp. (130 uE m^{2} s^{1}; 18,0 $\pm$ 1,0 °C).

Absorción

La tasa de absorción de amonio (V) en umoles de NH4-N g peso seco^{1} h^{1} dependió de la concentración de sustrato (S) en µM de NH4-N disuelto en el agua de mar al inicio del experimento, donde la absorción aumentó en función del incremento de la concentración de amonio. Esta relación está descrita por la ecuación Y = -0,310 + 0,481 X (r = 0,738) siendo significativa a una P < 0,05 (Fig. 2).

Productividad

Los talos de *Gracilaria* tratados con cloruro de amonio y con amonio excretado por ostiones mostraron una productividad relativamente superior que los talos cultivados sin fertilizante (Tabla I). El tratamiento con dos ostiones adultos presentó una mayor productividad que densidades superiores a dos ostiones adultos. Una densidad de 130 semillas de ostión produjo la mayor productividad que inferiores densidades de semillas (Fig. 3).

TABLA I.— Productividad de *Gracilaria sp.* utilizando amonio como fertilizante. Las fuentes de amonio son: Cloruro de amonio (NH4Cl) y Amonio excretado por ostiones *(Argopecten purpuratus)*.

Experimento	Fecha	Tratamientos (n = réplicas)	Productividad (g peso seco m^{2} $día^{-1}$)
I	27 Julio-28 Agosto 1987.	a) Con Cloruro de amonio (n = 2)	4,83 + 0,07
		b) Sin Cloruro de amonio (n = 2)	2,88 $\pm$ 0,40
II	27 Julio-28 Agosto 1987.	a) 0 Ostiones adultos (n = 1)	3,30
		b) 2 Ostiones adultos (n = 1)	5,27
		c) 4 Ostiones adultos (n = 1)	4,25
		d) 6 Ostiones adultos (n = 1)	4,01
		e) 8 Ostiones adultos	3,99
III	14 Octubre 3 Noviembre 1987	a) 0 Semillas de ostión (n = 2)	5,80 $\pm$ 0,10
		b) 10 Semillas de ostión (n = 2)	6,60 + 0,00
		c) 30 Semillas de ostión (n = 2)	8,20 $\pm$ 0,30
		d) 130 Semillas de ostión (n = 2)	11,40 $\pm$ 0,80

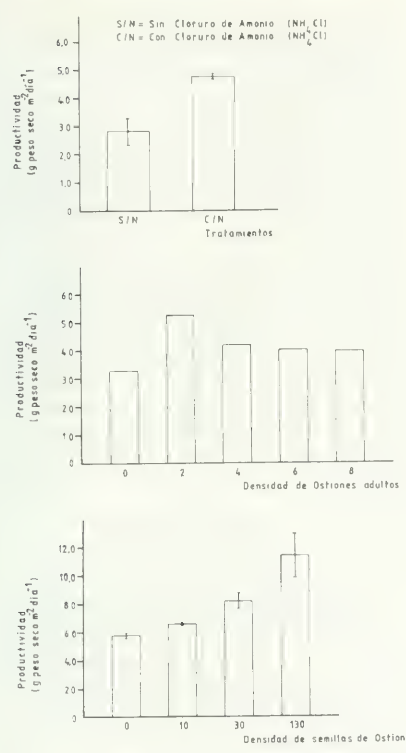


Fig. 3.— Productividad de *Gracilaria* sp. utilizando cloruro de amonio y amonio excretado por ostiones (*Argopecten purpuratus*) como fertilizantes.

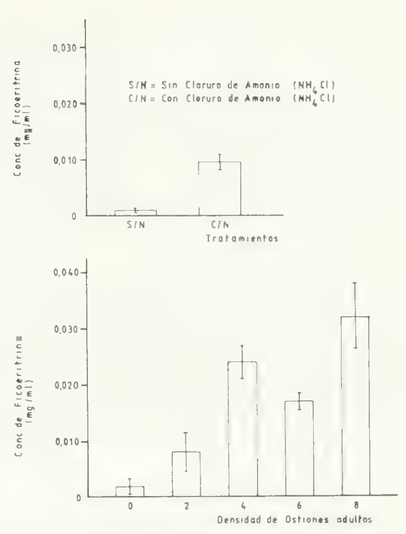


Fig. 4.— Concentración de ficoeritrina en *Gracilaria* sp. utilizando cloruro de amonio y amonio excretado por ostiones (*Argopecten purpuratus*) como fertilizantes. Las barras verticales indican desviación estándar.

Ficoeritrina

El resultado más notorio fue la mantención del color café-rojizo de los talos en presencia de fertilizante reflejado por un incremento de los niveles de ficoeritrina en los tratamientos con cloruro de amonio y con amonio excretado por ostiones adultos respecto al tratamiento control sin fertilizante (Fig. 4). Los niveles de ficoeritrina fueron en aumento al incrementar la densidad de ostiones, es decir, una mayor concentración de amonio produjo superiores niveles de ficoeritrina. El cloruro de amonio presentó un efecto significativo ($P < 0{,}001$) sobre el contenido de ficoeritrina en el Experimento I (Tabla I). Las diferentes densidades de ostiones adultos del Experimento II (Tabla I) presentaron un efecto significativo sobre el contenido de ficoeritrina ($P < 0{,}001$).

DISCUSION

La meta final de este trabajo era buscar una solución que evitara la decoloración y posterior necrosis de talos de *Gracilaria* cultivada en estanques aplicando amonio como fertilizante, siendo las fuentes de amonio: cloruro de amonio y amonio excretado por ostiones.

Los talos cultivados sin fertilizantes, se caracterizaron por presentar una decoloración gradual, iniciándose ésta en los ápices. Una situación inversa se observó al tratar los talos con amonio. El cloruro de amonio y el amonio excretado por ostiones probablemente permitieron que los talos no se decoloraran. Este fertilizante (amonio) fue absorbido por los talos de *Gracilaria*, donde la tasa de absorción dependió de la concentración inicial de amonio presente en el agua de mar, incrementando ésta en función del incremento de la concentración de amonio. Este amonio incorporado directamente a la célula formó parte estructural del pigmento ficoeritrina, existiendo una relación positiva entre los niveles de ficoeritrina y

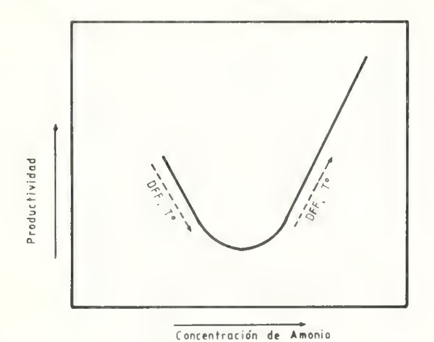


Fig. 5.— Modelo tentativo para explicar la productividad obtenida en *Gracilaria* sp., cultivada en estanques, en función de los niveles de amonio, luz y temperatura. La dirección de la flecha (———►) indica el aumento de la Densidad de Flujo Fotónico (DFF) y de la Temperatura (T°)

amonio. Dawes et al. (1984) encuentran una mayor concentración de ficoeritrina en talos de *Gracilaria verrucosa* cultivados en un medio enriquecido con amonio respecto a un medio no enriquecido.

Edding et al. (1987) sugieren que la utilización de fertilizantes incrementa la productividad de *Gracilaria* en cultivo. Los resultados del presente trabajo, indican que la utilización de amonio como fertilizante aumenta la productividad de talos de *Gracilaria* cultivados en estanques respecto a los tratados sin amonio. La productividad de *Gracilaria* incrementó al aumentar la concentración de amonio, obteniéndose una productividad máxima de 11,40 $\pm$ 0,80 g peso seco m^{-2} $día^{-1}$ al utilizar 130 semillas de ostión, las que representan un aporte de amonio de 30,16 μmoles de NH4-N h^{-1}. La máxima productividad obtenida en este trabajo fue superior a otras observaciones experimentales sobre *Gracilaria* en Chile (Edding et al., 1987). Sin embargo, se observaron algunas diferencias entre los experimentos II y III en relación a la productividad cuando se incrementó la densidad de ostiones y, por consiguiente, la concentración de amonio (Tabla I). La semejanza entre ambos experimentos fue la mayor productividad obtenida con amonio respecto a los tratamientos sin fertilizantes. Ambos experimentos se diferenciaron por las tendencias que siguió la productividad. En el Experimento II, la productividad disminuyó al aumentar la concentración de amonio, pero no alcanzando el valor productivo del tratamiento sin fertilizante. En el Experimento III, la productividad incrementó al aumentar la concentración de amonio. Las diferencias encontradas entre estos dos experimentos podrían no sólo ser explicadas por los niveles de amonio disueltos en el agua de mar sino también por los niveles ambientales de temperatura y luz. Sin embargo, es posible concluir de acuerdo a observaciones personales y a los resultados de esta investigación que la productividad tiende a saturarse cuando hay altas concentraciones de amonio en el agua de mar y baja temperatura e intensidad luminosa, mientras que durante meses con mayor temperatura e intensidad luminosa se requiere de altas concentraciones de amonio para lograr una buena productividad (Tabla I, Figs. 3 y 5). No obstante, se requiere de estudios dirigidos a determinar los efectos interactivos entre luz, temperatura y niveles de amonio de la especie en cuestión.

Por último, la utilización de amonio excretado por ostiones favorece la productividad y evita la decoloración de los talos de *Gracilaria* cultivada en estanques; sin embargo, para proponer un cultivo mixto se requiere de información sobre los beneficios que el alga suministra a los ostiones pues, sería interesante sugerir, por ejemplo, la utilización de semillas de ostión como una manera de mantenerlas y lograr un valor agregado al cultivo de *Gracilaria*.

CONCLUSIONES

1.— El enriquecimiento con amonio evita la decoloración de los talos y favorece la productividad de *Gracilaria* cultivada en estanques.

2.— El amonio es absorbido por los talos de *Gracilaria*. La absorción de amonio aumenta en función del incremento de la concentración del fertilizante.

3.— Las dos fuentes de amonio utilizadas en este estudio, cloruro de amonio y amonio excretado por ostiones, producen un efecto similar de aumento de los niveles de ficoeritrina, relacionándose directamente con la concentración de amonio.

4.— La productividad de *Gracilaria* obtenida en este experimento fue superior a otras observaciones experimentales en Chile. Se obtuvo una productividad máxima de 11,40 $\pm$ 0,80 g peso seco m^{-2} $día^{-1}$ al utilizar 130 semillas de ostión (=

30,16 µmoles de NH4-N h^{-1}).

5.— La productividad de *Gracilaria*, cultivada en estanques, puede ser mejorada durante períodos de bajos niveles de luz y temperatura (432 ± 72 µE m^{-2} s^{-1} y 14,1 ± 1,9 °C, respectivamente) aplicando una dosis de amonio al medio de cultivo hasta llegar a una concentración de 1,56 µM de amonio; de esta forma, puede lograrse una productividad de 5,27 g peso seco m^{-2} $día^{-1}$.

Para obtener una productividad óptima en *Gracilaria*, cultivada en estanques, en condiciones de altos niveles de luz y temperatura (1113 ± 569 µE m^{-2} $día^{-1}$ y 16,6 ± 1,6 °C, respectivamente) se debe fertilizar el medio de cultivo con amonio hasta alcanzar una concentración de 30,16 µM de amonio; lográndose obtener una productividad de 11,40 g peso seco m^{-2} $día^{-1}$.

Valores intermedios de luz, temperatura y amonio darán una productividad en *Gracilaria* entre el rango de 5,27-11, 40 g peso seco m^{-2} $día^{-1}$ (Fig. 5).

6.— Se requiere de estudios dirigidos para conocer los efectos interactivos entre luz, temperatura y amonio en *Gracilaria*, y determinar los beneficios que *Gracilaria* aporta a los ostiones con la finalidad de proponer un cultivo mixto.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dirección de Investigación, Extensión y Asistencia Técnica de la Universidad del Norte por el financiamiento de este proyecto. Finalmente se agradece al Departamento de Biología Marina por financiar la asistencia de los autores a este evento y al Comité Organizador del Simposio que financió la asistencia del segundo autor.

BIBLIOGRAFIA

BEER, S. and ESHEL, A. 1985. Determining phycoerythrin and phycocyanin concentrations in aqueous crude extracts of red algae. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 36: 785-792.

BRAY, R. PURCELL, L. and MILLER, A. 1986. Ammonium excretion in a temperate-reef community by a planktivorous fish, *Chromis punctipinnis* (Pomacentridae), and potencial uptake by young giant kelp, *Macrocystis pyrifera* (Laminariales) Marine Biology. 90: 327-334.

CANCINO, J. y ORELLANA, M. 1986. Interacción entre *Gracilaria verrucosa* y su fauna epifita: Perspectivas para la utilización de mitilidos como fuente de nutrientes en cultivos de *Gracilaria* en piscinas litorales. En: Taller de trabajo sobre Acuicultura en Latinoamérica. Lima, Perú. 20-26 octubre. 10 pp

DAWES, C., CHEN, C.P., JEWETT-SMITH, J., MARSH, A. and WATTS S.A. 1984. Effect of phosphate and ammonium levels on photosynthetic and respiratory responses of the red alga *Gracilaria verrucosa*. Marine Biology. 78: 325-328.

DUKE, C.S., LAPOINTE, B.E. and RAMUS, J. 1986. Effects of light on growth, RuBPCasa activity and chemical composition of *Ulva* species (Chlorophyta). J. Phycol. 22: 362-370.

EDDING, M., MACCHIAVELLO, J. and BLACK, H. 1987. Culture of *Gracilaria sp.* in outdoor tanks: Productivity. Hydrobiologia 151/152: 369-373.

McLACHLAN, J. and BIRD, C.J. 1986. *Gracilaria* (Gigartinales, Rhodophyta) and productivity. Aquatic Botany. 26: 27-49.

Gayana, Bot. 45 (1-4):317-327, 1988 ISSN 0016-5301

CULTIVO MASIVO DE LA FASE *CONCHOCELIS* DEL LUCHE, *PORPHYRA COLUMBINA* MONTAGNE (RHODOPHYTA, BANGIACEAE)

MASS CULTURE OF THE CONCHOCELIS *PHASE OF* PORPHYRA COLUMBINA *MONTAGNE (RHODOPHYTA, BANGIACEAE)*

M. Seguel*
B. Santelices*

RESUMEN

Porphyra columbina, llamada comúnmente luche, es consumida en poblaciones costeras como fuente de proteína. Además, esta especie puede ser potencialmente usada como fuente de porfirano, el cual complementa la industria del agar en países orientales. Para su cultivo es necesario el manejo y producción masiva de la fase *Conchocelis*. Para ello, en este estudio se plantearon las siguientes etapas: determinación del mejor sistema de cultivo de la fase *Conchocelis*, comparando cultivos sobre sustrato calcáreo con cultivos flotantes; selección de los sustratos calcáreos que podrían ser utilizados en este cultivo; determinación del tiempo de formación de conchosporangios, del ritmo de liberación de esporas y del número de esporas por concha y experimentación con técnicas de liberación e inoculación de redes y cuerdas con esporas a fin de lograr desarrollo de frondas en cultivos en estanques y en zonas estuarinas.

Los resultados muestran que el cultivo en sustrato calcáreo es mejor que el cultivo suspendido, debido a que las algas contaminantes no producen la destrucción de los filamentos. Los mejores sustratos para cultivo son las conchas de ostra y loco, debido a que la fase *Conchocelis* crece aquí a alta velocidad y porque la manipulación experimental no produce el resquebrajamiento de conchas. Esto sucede con las conchas de chorito, macha y almeja. El tiempo de formación de conchosporangios es de 6-7 meses, siendo dependiente de la irradiación. El fotoperiodo para liberar conchósporas puede ser 12: $\overline{12}$ ó 8: 16, acompañado por una disminución de la temperatura de 15° a 10° C. Liberación máxima de esporas ocurre entre el quinto y el noveno día de experimentación y es el periodo adecuado para la inoculación de redes. Las técnicas de liberación e inoculación probadas resultaron efectivas. Las cuerdas o redes pueden ser trasladadas a estanques de cultivo o zonas estuarinas inmediatamente después del periodo de inoculación o cuando las frondas tienen una longitud de 1 mm.

* Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones
Facultad de Ciencias Biológicas
P. Universidad Católica de Chile
Casilla 114-D
Santiago — Chile

ABSTRACT

Porphyra columbina, known in Chile under the common name of "luche", is consumed as foodstuff in low-income rural and coastal communities. In addition, the species has the potential to be used as a source of porphyran, supplementing industrial agar production. After completing the life cycle of the species under laboratory conditions we have addressed the problem of mass cultivation of the *Conchocelis* phase as to move the cultures from laboratory to pilot scale. Experimental comparisons indicate that the cultivation of *Conchocelis* on calcareous substrata allows the removal of contaminant algal species more easily than under free-floating cultures. Shells of *Ostrea chilensis* and *Concholepas concholepas* are the best such substrata, allowing fast growth of the filamentous phase and enduring manipulation. The shells of *Aulacomya ater*, *Protothaca thaca* and *Mesodesma donacium* support *Conchocelis* growth but become brittle when constantly immersed. Conchosporangia are formed after 6 to 7 months of incubation but the time can be shortened with increased irradiance. Conchospores release is triggered by temperature decreases from 15° C to 10° C either under photoperiods of 12:$\overline{12}$ or 8:$\overline{16}$. Maximum spore release occurs between the 5th and 9th day of incubation and that should be the optimum time for net seedling. Techniques developed for releasing spores and seeding nets proved to be effective and allowed the successful transplant of experimental plants to the field.

KEYWORDS: *Conchocelis* phase, free floating culture, calcareous substratum, conchosporangia.

INTRODUCCION

Porphyra columbina, Bangiaceae, Rhodophyta, es conocida en Chile bajo el nombre vernacular de "luche". En las costas del Pacífico Sudamericano se extiende desde el Estrecho de Magallanes (53° S), en el sur de Chile, hasta Punta Negra (12° S), en las costas del Perú (Howe, 1914; Levring, 1960; Dawson et al., 1964; Acleto, 1971; Ramírez y Santelices, 1981; Westermeier, 1981). Al igual como sucede con otras especies de *Porphyra* en Japón, *P. columbina* forma parte de la dieta humana en Chile, especialmente en poblaciones costeras. Sus frondas contienen 15% de proteínas (Weinborn, 1967), un valor inferior al 35% encontrado en especies cultivadas en Japón y China (Miura, 1975).

Además de su consumo como alimento, las especies de *Porphyra* están alcanzando una creciente importancia como fuente de porfirano, para complementar la producción de agar alimenticio. *Porphyra columbina* contiene alrededor de 15% de porfirano (Villarroel y Zanlungo, 1981).

La recolección de luche en Chile alcanzó en 1986 a las 18 toneladas de materia húmeda (Sernap, 1986), un valor que más que duplica las cifras de 1983 y que indica una creciente demanda de la especie para consumo humano, a lo que es esperable agregar un incremento aún mayor si ella empieza a ser utilizada como fuente de porfirano. Aunque 18 toneladas de materia húmeda de *P. columbina* recolectadas en Chile no aparece como una cifra comparable a la de volúmenes de exportación de otras especies (por ejemplo *Gracilaria*), es necesario considerar que el peso de esta especie por unidad de superficie difícilmente sobrepasa los 250 g/m^2 (Santelices y Avila, 1986) y que su precio al detalle fácilmente alcanza los US$ 4.000 por tonelada de materia seca

Anticipándose a esta creciente demanda hemos desarrollado estudios que permiten preservar e incrementar las praderas naturales, así como cultivar la especie en el mar. Los resultados relacionados con praderas naturales han sido ya publicados (Santelices y Avila, 1986) así como los estudios de cultivo de la especie bajo condiciones de laboratorio (Avila et al., 1986). Este estudio se refiere al manejo de la fase *Conchocelis* para escalar los cultivos de laboratorio al mar.

Los primeros intentos de cultivo de la fase *Conchocelis* de *Porphyra columbina* en el laboratorio (Etcheverry y Collantes, 1977) permitieron desarrollar la fase filamentosa sobre sustrato calcáreo (*Ostrea* y *Tagelus*) y sobre portaobjetos. El ciclo de vida de la especie fue posteriormente completado en el laboratorio (Avila et al., 1986) constatándose que la especie tiene un ciclo heteromórfico bifásico, similar al de otras especies de *Porphyra* y determinándose las condiciones óptimas de crecimiento y reproducción.

Para cultivar esta especie a escala de plan piloto es necesario esclarecer etapas que son fundamentales para el manejo. En la literatura se describen dos métodos de cultivos de la fase *Conchocelis*: cultivo en sustrato calcáreo (Okasaki, 1971; Suto, 1974; Miura, 1975; Tseng, 1981) y cultivo flotante (Imada et al., 1971). Un adecuado manejo de la especie requiere que se evalúe cuál es el método más adecuado, comparando grado de contaminación, manipulación y crecimiento. En los cultivos sobre sustrato calcáreo se utilizan preferentemente conchas de moluscos que sean localmente abundantes, de fácil manejo y que permitan un crecimiento rápido de la fase *Conchocelis*. Carecemos de este conocimiento para especies chilenas de moluscos, aunque se sabe que la fase *Conchocelis* de *P. columbina* en Chile central vive (Matamala et al., 1985) en las placas de *Jehlius cirratus* (Darwin) y en conchas vacías de *Ameghinomia antiqua* King y *Concholepas concholepas* Brugiere. Por lo tanto, se deben determinar los sustratos que podrían ser utilizados para el cultivo. Los cultivos masivos deben asegurar una abundante formación de conchosporangios para una buena producción de esporas, para lo que se requiere determinar tiempo de formación de conchosporangios, ritmo de liberación de esporas y número de esporas liberadas por unidad de área. Por último, es necesario probar si las técnicas de liberación de esporas e inoculación son aplicables a cuerdas y redes y si estas esporas son capaces de producir frondas al ser trasladadas a estanques de cultivo y a terreno. Este trabajo da cuenta de los resultados obtenidos en el estudio de estas cuatro etapas y su aplicabilidad para el manejo masivo de la fase *Conchocelis*.

MATERIALES Y METODOS

Los materiales y métodos usados variaron de acuerdo a las distintas etapas del estudio.

Comparación entre el cultivo de fase Conchocelis flotando libremente y sobre sustrato calcáreo

Frondas reproductivas de *Porphyra colum-*

bina fueron recolectadas en Pelancura (33°23'S; 71°38'W) o Matanza (33°56'S; 71°53'W) entre los meses de abril y noviembre de 1986. Los bordes de las frondas reproductivas fueron cortados, cepillados y lavados con agua dulce para eliminar contaminantes. Para obtener esporas a ser usadas en el cultivo de filamentos de *Conchocelis* libres en los vasos de cultivo, los trozos reproductivos de frondas fueron puestos en discos Petri con agua de mar. Luego de liberadas, las carpósporas fueron cultivadas en medio de cultivo SWM-3 (McLachlan, 1973), que se renovó cada 15 días, y bajo condiciones constantes de temperatura (15°C), fotoperíodo (12:12) e irradiación (50-60 y $\mu E\ m^{-2}\ s^{-1}$). Estas han sido descritas como las condiciones óptimas para el crecimiento de la fase filamentosa (Avila et al., 1986). Luego de establecidos los cultivos de la fase *Conchocelis*, los filamentos fueron aislados, trasladados a matraces provistos de aire e incubados bajo las condiciones de cultivo antes mencionadas. A medida que los filamentos crecieron, ellos fueron fragmentados mecánicamente (cada 15 días). Para comprobar la formación de estructuras reproductivas y liberación de esporas, un matraz de 500 cc fue puesto bajo condiciones de formación de conchosporangios (8:16 y 15°C) por 30 días y luego en condiciones de liberación de esporas (12:12 y 10°C).

Para cultivar esporas —y eventualmente la fase *Conchocelis*— sobre sustrato calcáreo, se usaron valvas de ostra (*Ostrea chilensis* Philippi). Las conchas fueron lavadas y cepilladas. A fin de extraer los restos de materia orgánica, ellas fueron luego mantenidas por 2-3 horas en una solución de ácido clorhídrico (3%), luego lavadas en agua desionizada y esterilizadas. Las conchas fueron puestas sobre el fondo de bandejas plásticas (20 x 30 cm y 10 cm de profundidad) cuidando de disponer su lado cóncavo hacia arriba. La inoculación de esporas se realizó agregando una solución concentrada de esporas sobre las conchas o situando trozos de frondas reproductivas por 24 horas directamente sobre las conchas inmersas en las bandejas con tres litros de agua de mar filtrada a 0,45 µm. Las bandejas fueron mantenidas en condiciones de cultivo similares a aquellas indicadas precedentemente para cultivo libre de *Conchocelis*. El medio de cultivo, sin embargo, se renovó cada 30 días y las valvas fueron cepilladas y lavadas para eliminar contaminantes.

Determinación del mejor sustrato calcáreo para cultivo de la fase *Conchocelis*

Conchas de cinco especies de moluscos, de gran abundancia y ocurrencia frecuente en playas y roqueríos, fueron usadas como sustrato sobre los cuales cultivar *Conchocelis*. Ello incluye el chorito común (*Aulacomya ater* Molina), conchas de loco (*Concholepas concholepas*), almeja (*Protothaca thaca* Molina), macha (*Mesodesma donacium* Lamarck) y ostra (*Ostrea chilensis*). Dieciocho trozos de cada tipo de concha, cada trozo con una superficie de 25-30 cm^2, fueron cortados, mantenidos en una solución de HCl al 1% por 24 horas, lavados en agua desionizada por 7 días (con recambio diario de agua), secados y esterilizados a 140° C por 12 horas. Los trozos fueron luego distribuidos al azar en 3 cajas de 14 x 19 cm y 10 cm de profundidad, donde se realizó la incubación de esporas.

Trozos reproductivos de frondas de *Porphyra columbina*, recolectados en Pelancura en febrero de 1987, fueron lavados, cepillados e incubados por 24 horas en discos Petri con agua de mar filtrada (0,45 µm). La solución de esporas resultante fue cuantificada usando un contador de partículas (Coulter counter, Modelo 2 A, FBX) y luego agregado a las cajas con diferentes sustratos. Las cajas se mantuvieron en una sala de ambiente controlado, con una temperatura que fluctúa entre 13 y 16°C, 12 horas diarias de luz y 50—60, $\mu E\ m^{-2} s^{-1}$ de densidad de flujo fotónico. El medio de cultivo, SWM-3 modificado (McLachlan, 1973) fue renovado cada 15 días y las conchas fueron cepilladas y lavadas para eliminar contaminantes.

Para conocer el crecimiento de la fase *Conchocelis* sus valores de cobertura en nueve conchas de cada tipo de sustrato fueron medidos a los 30, 60 y 90 días de cultivo usando, por cada trozo de concha, dos cuadrantes de 4 cm^2 de superficie, cada uno con 100 puntos dispuestos regularmente en el cuadrante.

Determinación del tiempo de formación de conchosporangios y ritmo de liberación de esporas

Trabajos anteriores (Avila et al., 1986) han indicado que la formación y liberación de conchosporangios se logra bajo condiciones de

fotoperíodo corto (8 horas diarias de luz) y que su liberación se gatilla por una reducción de temperatura de 15°C a 10°C. En este estudio, y ahora incubando conchas de ostra, se puso primero a prueba que 8:16 era el mejor fotoperíodo para liberar esporas. Para ello, conchas de ostras inoculadas con fase *Conchocelis* y cultivadas por 140 días en fotoperíodo 12:12 y temperaturas que fluctuaron entre 13 y 16°C fueron trasladadas a fotoperíodo corto (8:16), temperatura de 15°C y 19—47 $\mu E\ m^{-2} s^{-1}$ de irradiación. El número de esporas liberadas bajo estas condiciones fue luego comparado con el número de esporas liberadas a fotoperíodos de 12:12 y un número variable de días de incubación y valores de irradiación.

Los efectos de la interacción, irradiancia/días de incubación en la formación de conchosporangios fue analizada a partir de 4 tiempos de incubación y dos irradiaciones. En el caso de conchas mantenidas a una densidad de flujo fotónico de 19 $\mu E^{-2} s^{-1}$, los tiempos de incubación fueron 108, 140 y 206 días. Para una densidad de flujo fotónico mayor (47 $\mu E\ m^{-2} s^{-1}$) se estudió sólo un tiempo de incubación, cual es el de 70 días.

Para cuantificar las esporas liberadas en cada uno de estos experimentos, tres conchas fueron suspendidas en el interior de 3 discos Petri profundos y llenos con 300 ml de agua de mar filtrada. Dos portaobjetos fueron puestos en el interior de los discos. El agua de mar y los portaobjetos fueron cambiados diariamente. Cada portaobjeto fue luego estudiado al microscopio para cuantificar el número de esporas liberadas. Para ello se trazaron tres transectos de 0,2 cm de ancho a lo largo de cada portaobjeto y se contó el número de esporas a lo largo de cada transecto. Conociendo la superficie total del transecto se pudo extrapolar y calcular el número total de esporas por portaobjeto.

Inoculación de conchosporas sobre cuerdas, redes y su cultivo en terreno

Esta fase se realizó en dos etapas. La primera consistió en probar en tanques de cultivo si las técnicas de producción de esporas e impregnación de cuerdas y redes empleadas fueron adecuadas. La segunda consistió en expandir el cultivo a mayor escala e intentar la producción de la fase foliosa en el mar a partir de redes impregnadas con esporas.

En octubre de 1987 se inoculó con conchosporas en el laboratorio una cuerda enrollada de 1 m de vinylon. Dos días después de la inoculación, con la ayuda de un microscopio invertido, se comprobó la presencia de esporas en la cuerda. Posteriormente, la cuerda fue desenrollada y llevada a un estanque de 50 l, con agua de mar filtrada (1 μm), a la cual se le adicionó nitrógeno (2,2 x 10^3 g/l), fósforo (2,3 x 10^4 g/l) y burbujeo. Se hizo un recambio semanal de agua y adición de nutrientes.

Para la inoculación de las redes fue necesario comprobar el asentamiento de esporas en la cuerda que iba a ser utilizada en su fabricación. Se inoculó un trozo de cuerda nylon blanco, trenzado, de grosor de 210/96. Al octavo día se comprobó la presencia de esporas sobre la cuerda. Siendo el resultado positivo se procedió a fabricar 8 redes de 1 m^2 con un tamaño de trama de 5 cm. Previo a la inoculación, las redes se lavaron con agua corriente por 24 horas y luego con agua de mar filtrada.

Se usaron 150 conchas para liberar esporas. Ellas fueron cepilladas, lavadas y trasladadas a condiciones de liberación de conchosporas. Al cuarto día las conchas fueron suspendidas en dos acuarios, poniendo 65 conchas en un acuario de 60 x 20 x 31 cm con 28 litros de agua de mar filtrada (0,45 μm). Las otras 85 conchas fueron puestas en un acuario de 80 x 25 x 36 cm con 35 l de agua de mar. En total se inocularon 5 redes, 3 redes en el acuario de mayor dimensión y las otras 2 redes en el menor tamaño. Las esporas fueron esparcidas agregando burbujero en diversos sectores del acuario. Al décimo día de inoculación, las redes fueron trasladadas a Maullín (X Región) en un recipiente aislante con hielo para mantener una temperatura baja.

El 22 de febrero de 1988, las redes fueron puestas en el río Cululil (41°36'S; 73°40'W) a un nivel de marea de 1,16 m sobre el nivel cero de marea. Para fijar las redes se utilizaron estacas de Tepu (*Tepualia stipulasis*) (H. et A.) Griseb) de 1 m de altura y 3-4 cm de diámetro. Se mantuvo una distancia de 30 cm entre cada red. Las redes fueron puestas en línea recta intercalando en las 5 redes inoculadas 3 redes adicionales, sin inocular, y que fueron usadas como control.

Para determinar el nivel de marea al cual instalar las redes, se tomó en cuenta que *P. columbina* en Chile central crece a una altura que fluctúa entre 3,2 — 1,4 m en Matanzas (Santeli-

ces y Avila, 1986) y 3,4—2 m en Pelancura (Santelices et al., 1981). Sin embargo, tanto Matanzas como Pelancura son áreas con cierta exposición al oleaje. Esto no sucede en el río Cululil, por lo que las redes fueron puestas a niveles intermareales más bajos. Así, en forma paralela se inoculó una cuerda de nylon de 4 m de largo siguiendo los métodos descritos anteriormente. Se trasladó a Maullín junto con las redes y fue puesta al mismo nivel de marea. Al momento del traslado, la cuerda tenía frondas de 1 mm de largo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Comparación entre el cultivo de la fase *Conchocelis* flotando libremente y sobre sustrato calcáreo

Los intentos de cultivo libre de la fase *Conchocelis* durante otoño e invierno muestran que existe una alta mortalidad de esporas y que sus porcentajes de germinación a los 15 días de cultivo oscilan entre 14% en junio y 1—2% en julio—septiembre. El bajo porcentaje de carpósporas germinadas determinó que los escasos filamentos formados se contaminasen, especialmente con Cyanophyta. Las especies contaminantes más abundantes pertenecen a los géneros *Lyngbya* y *Xenococcus*. Esta última taxa crece epífita sobre los filamentos de *Conchocelis* a una velocidad de propagación tal que llega a cubrir totalmente los filamentos de *Conchocelis* impidiendo su posterior desarrollo.

En junio de 1986 se lograron aislar filamentos de la fase *Conchocelis*, los que después de 30 días de cultivo bajo 12 horas diarias de luz y temperaturas de 15°C fueron trasladados a matraces provistos de aire. La propagación de la fase se hizo por fragmentación manual de los filamentos, y además se observó formación de monósporas. Luego de 120 días de cultivo se obtuvo un volumen de 4000 cc de fase *Conchocelis*. Al colocar un matraz con fase *Conchocelis* en estado vegetativo en condiciones de formación de conchosporangios y luego en condiciones de liberación se obtuvo la formación de frondas, demostrándose que es factible la obtención de frondas a partir de un cultivo suspendido de la fase *Conchocelis* (Fig. 1).

En sustrato calcáreo (*Ostrea chilensis*), la fase *Conchocelis* crece formando un retículo endolítico (Fig. 2). Entre los 15 y 20 días de cultivo se observaron puntos rosados sobre la concha; a los 90 días el crecimiento ha sido tal que la concha se ve color rojizo. El principal problema encontrado en este método es la infestación del sustrato ofrecido a *Conchocelis* por otras algas. Entre las algas más comúnmente encontradas como pestes están *Enteromorpha* sp., *Lyngbya* sp. y algas unicelulares. Aunque los talos y los retículos de filamentos que forman algunas de estas especies pueden ser removidos por cepillado de conchas, a menudo sus propágulos y restos vegetativos pueden permanecer, recubriendo nuevamente el sustrato. Sin embargo, debido a que los filamentos de *Conchocelis* penetran las conchas, las algas contaminantes no destruyen la fase *Conchocelis* como ocurre con el cultivo libre.

Al hacer una comparación entre ambos sistemas de cultivo, el problema de mayor importancia es la contaminación de los cultivos. En el cultivo libre los contaminantes producen la destrucción de los filamentos. Esto es lo contrario a lo descrito por Imada et al. (1971), quienes sugieren el cultivo libre debido a que es más fácil prevenir la contaminación por bacterias, levadura, hongos y otras algas. En el caso del cultivo en sustrato calcáreo los filamentos de *Conchocelis* no son destruidos por los contaminantes, pero las conchas deben ser limpiadas al menos una vez al mes para evitar que ellas sean cubiertas por los contaminantes. El lavado y cepillado de las conchas es una de las actividades que demanda mayor cantidad de tiempo en este sistema de cultivo. En consecuencia, el cultivo de la fase *Conchocelis* sobre sustrato calcáreo fue adoptado en este estudio como la práctica más fácil de manejar en cultivos masivos de esta especie. Aunque no fue cuantificado, el crecimiento en cultivo libre tiene una mayor velocidad ya que hay dos mecanismos de propagación que aparentemente están ausentes en el cultivo de sustrato calcáreo. Es importante señalar que Chiang (1982) ha propuesto un método alternativo que mezcla ambos sistemas de cultivo y que consiste en sembrar fragmentos de 200—300 µm de largo obtenidos por fragmentación, esparciéndolos sobre las conchas. Este método tiene la ventaja de disminuir el tiempo de cultivo y de limpieza en las conchas y permite la inoculación del sustrato independiente de la fertilidad de las frondas.

Determinación del mejor sustrato calcáreo para el cultivo de la fase *Conchocelis*

El crecimiento de la fase *Conchocelis* (Fig. 3) muestra que entre el 60 y 80% de la superficie de las valvas se cubre en los primeros 30 días de cultivo, observándose sólo un leve incremento en los dos meses siguientes.

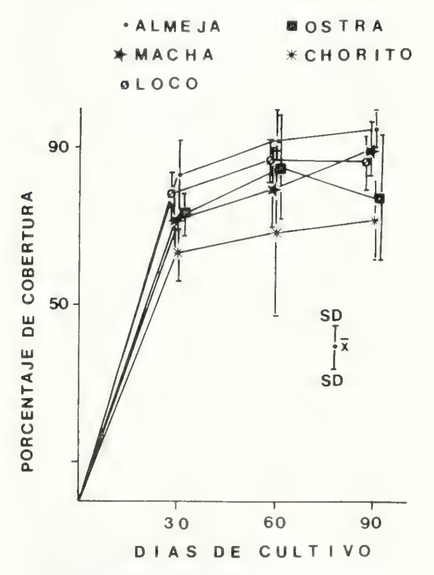


Fig. 3. Porcentaje de cobertura de la fase *Conchocelis* a los 30, 60, 90 días de cultivo en cinco sustratos calcáreos

En general todos los sustratos probados permitieron el desarrollo de la fase *Conchocelis*, ocupando casi el 100% de la superficie de la concha de almeja (*Protothaca thaca*) y de macha (*Mesodesma donacium*). El menor valor de cobertura se obtuvo con las valvas de chorito (*Aulacomya ater*), donde los valores luego de 90 días de cultivo no superaron el 72% de cobertura de la superficie de la concha.

La manipulación experimental de estas valvas indicó que velocidad de crecimiento de *Conchocelis* no es el único parámetro a considerar. Debido a su mantención, cubiertas por agua y a la fricción del cepillado, las conchas de macha, chorito y almeja se resquebrajan durante la incubación (Figs. 4, 5, 6). En forma análoga, la concha de ostra mostró un desprendimiento de la capa de nácar luego de 90 días de incubación de la fase *Conchocelis* (Fig. 7), por lo que la cobertura de esta fase filamentosa se redujo a 95,3 ± 13,3% a los 60 días de cultivo y a 77,6 ± 7,2% a los 90 días. Esta reducción, sin embargo, no inhabilita este tipo de sustrato para el cultivo de la fase *Conchocelis*, por lo que tanto la concha de ostra como la de loco aparecen como las más recomendables para ser usadas como sustrato para el cultivo de la fase filamentosa de *Porphyra columbina*. En países como Japón, China y Corea el cultivo masivo también se realiza en conchas de ostras (Miura 1975), *Meretrix meretrix* (Tseng, 1981), debido a que allí ellas son abundantes y de fácil manejo. Además se están utilizando platos de vynil transparentes con gránulos de calcita (1—2 mm de diámetro (Miura, 1975)).

Estudios previos realizados en Chile (Matamala et al., 1985) han descrito que la fase *Conchocelis* crece igualmente bien sobre las conchas de *Chlamys* (*Argopecten*) *purpuratus* Lamarck, *Tagelus dombeii* Lamarck y *Ostrea chilensis*. Dichos estudios, sin embargo, no informaron sobre el problema de quiebre de conchas, el que en nuestros estudios ha resultado especialmente importante. Sería quizás de interés evaluar dicho problema porque permitiría incrementar el número de sustratos posibles de usar para cultivar *Porphyra columbina*.

Determinación del tiempo de formación de conchosporangios y ritmo de liberación de esporas

El número total de esporas liberadas por filamentos en conchas incubadas bajo diferentes irradiaciones, tiempos de incubación y fotoperíodos muestra (Fig. 8) que fotoperíodo de 12 horas luz también estimula la liberación de esporas. Así, el número de esporas liberadas bajo 12 horas diarias de luz y 140 días de incubación es mayor que aquél liberado bajo 8 horas diarias de luz y 171 días de incubación. En consecuencia, fotoperíodos de 12:$\overline{12}$ no sólo permiten liberación de esporas sino que el número de esporas liberadas es mayor.

Estos resultados amplían las condiciones de liberación de esporas descritas por Avila et al. (1986) y sugieren que quizás la liberación de esporas en *P. columbina* sea relativamente independiente de la longitud del día. Quizás la respuesta

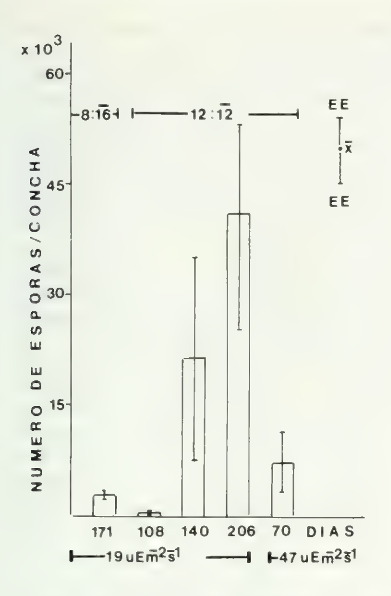


Fig. 8. Número total de esporas liberadas por concha en diferentes condiciones de cultivo

se podría asemejar a *P. suborbiculata* forma *latifolia* Tanaka (Iwasaki y Sasaki, 1971), donde el factor que estimula la liberación es el aumento de la intensidad luminosa dada. Sin embargo, en *P. suborbiculata* la liberación de esporas es más rápida si el aumento de la radiación es acompañada por una disminución de temperatura y condiciones de día corto.

Tiempo de incubación e irradiación usado bajo condiciones de formación de esporas (19 vs 47 $\mu Em^{-2}s^{-1}$) son otros dos factores de importancia, como se ilustra en la Fig. 8. Cuando se les incuba bajo 9 $\mu E\ m^{-2}s^{-1}$, el número de esporas liberadas por concha aumenta desde 471 $\pm$ 316 a 108 días hasta 40.716 $\pm$ 12.423 a los 206 días. Tiempo de incubación puede ser remplazado por densidad de flujo fotónico. Así, el número de esporas liberadas luego de 70 días de incubación a 47 $\mu E\ m^{-2}s^{-1}$ es mayor (7303 $\pm$ 4093) que el número de esporas liberadas luego de 108 días de incubación a 19 $\mu E\ m^{-2}s^{-1}$. La consecuencia práctica de este hallazgo es que, si se desea obtener un número alto de esporas, se puede disminuir el tiempo de incubación a través de un aumento de la irradiación usada durante el período de incubación.

Este hallazgo con *Porphyra columbina* es bastante interesante porque en general se piensa que la formación de conchosporangios está regulada preferentemente por fotoperíodo y temperatura (Iwasaki y Sasaki, 1971; Iwasaki, 1961; Kurogi y Sato, 1962, 1967). El efecto de la intensidad de luz sólo se ha observado en dos especies. En *P. angusta* Okamura et Veda, incrementos de intensidad luminosa producen (Chiang y Wang, 1980) aumento en la formación de conchosporangios dentro de un cierto rango de temperatura. En *P. miniata* (C. Ag.) C.Ag. los conchosporangios se forman (Chen et al., 1970) sólo a una intensidad luminosa dada (200—400 lux).

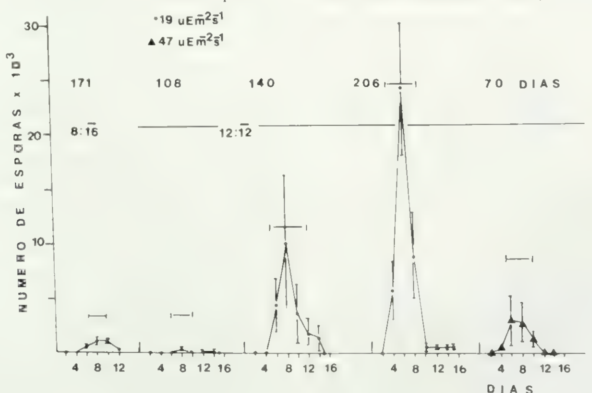


Fig. 9. Número de esporas liberadas durante 15 días sucesivos por *Conchocelis* incubadas en diferentes condiciones de cultivo.

Si se analiza el ritmo de liberación de esporas (Fig. 9), todos los tratamientos indican que la máxima liberación de esporas ocurre entre el sexto y octavo día después de cultivo. Esto permite determinar con bastante precisión el tiempo óptimo para impregnar las redes con las esporas que originarán la fase frondosa.

Para determinar el tiempo de impregnación de redes es importante conocer el número de esporas por concha. En este caso una concha de aproximadamente 20 cm^2 incubada durante 15 días en condiciones de liberación y cuyas condiciones de formación de conchosporangios fueron 9 $\mu E\ m^{-2}s^{-1}$, 8:$\overline{16}$ y 208 días de cultivo, produjo aproximadamente 40.100 esporas. Estos valores son significativamente menores que aquellos descritos (Tseng, 1981) para especies comerciales de China y Japón y donde los máximos de producción alcanzan a un millón de esporas por día y por concha. Estas diferencias tienen repercusiones importantes para impregnar las redes. En Japón y China basta poner las redes sólo unos minutos en soluciones de esporas provenientes de unas pocas conchas. En el caso de *P. columbina* se debe aumentar el tiempo de impregnación de las redes o el número de conchas productoras de esporas. En nuestros experimentos, y a fin de asegurar la impregnación de esporas, hemos expuesto las redes durante 6 días, entre el 4° y el 10°, para asegurar una buena densidad de esporas en los cultivos.

Al igual que la fase *Conchocelis* de *Porphyra torta* Krish. y *P. miniata* (Chen et al., 1970; Waaland et al., 1987), la fase filamentosa de *P. columbina* es capaz de formar nuevamente conchosporangios si es puesta en las condiciones adecuadas para diferenciación y liberación de estas esporas. Esto es interesante porque permite volver a utilizar los filamentos cultivados durante varias épocas de producción de esporas.

Inoculación de conchosporas sobre cuerdas, redes y su cultivo en terreno

La cuerda inoculada en el laboratorio fue trasladada a un estanque de 50 l, donde se mantuvo por 66 días. A los 43 días de cultivo (Fig. 10), las frondas alcanzaron un tamaño de 2,06 $\pm$ 0,68 mm (n=40) y a los 66 días una longitud de 5,4 $\pm$ 2,4 mm (n=40). Como contaminantes se desarrollaron *Enteromorpha* y Cyanophyta filamentosas, las cuales no interfirieron en el crecimiento de las frondas debido a su escasa abundancia. Se hace notar que las frondas permanecieron constantemente sumergidas.

Al trasladar las redes impregnadas con esporas a terreno (Fig. 11) y después de 48 días de cultivo las frondas adquirieron una longitud de 0,8 $\pm$ 0,4 mm (n=50) y una densidad de 1-2 frondas por 5 cm de cuerda (n=80). Junto con las frondas se observó *Enteromorpha* y abundante sedimento en el entramado del tejido de la red. Las frondas en la cuerda tenían una longitud de 1 mm al momento de ser trasladadas, la que incrementó a 7,4 $\pm$ 3,2 mm luego de 48 días de cultivo. La densidad de frondas fue de 60 $\pm$19 frondas por cada 5 cm. de cuerda (n=15).

Estos resultados indican que es factible el cultivo de frondas de *P. columbina* a partir de conchosporas inoculadas sobre cuerda o redes, tanto en estanque como en zonas estuarinas. Es importante notar que las velocidades de crecimiento obtenidas no son representativas del crecimiento que se podría obtener con esta especie, ya que los experimentos se realizaron fuera de época óptima de crecimiento. No sería sorprendente que *P. columbina* pudiera crecer en experimentos realizados en primavera a velocidades similares como las mejores cepas conocidas para *P. tenera* Kjellman y *P. yezoensis* Ueda, las que en 50 días de crecimiento alcanzan longitudes de hasta 60 cm de largo (Suto, 1974; Miura, 1975).

En síntesis, el conjunto de resultados obtenidos en este trabajo permite recomendar para el cultivo masivo de la fase *Conchocelis* el uso del cultivo en sustratos calcáreos debido al efecto destructivo de las algas contaminantes en el cultivo flotante. Como sustrato pueden utilizarse las conchas de ostras o locos, las cuales deben ser previamente lavadas para extraer la materia orgánica. Las conchas deben ser puestas con la parte cóncava hacia arriba y ser inoculadas ya sea agregando una solución de esporas o colocando trozos reproductivos directamente sobre las conchas por 24 horas. El cultivo de la fase *Conchocelis* puede durar entre 8-10 meses dependiendo de la irradiación en el período de crecimiento vegetativo y formación de conchosporangios. El medio de cultivo debe ser cambiado cada 20-30 días. Las conchas deben ser lavadas y cepilladas con igual frecuencia a fin de eliminar las algas contaminantes. Previo a la impregnación de redes es necesario conocer el número de esporas

producidas por concha. Ello determina el número de conchas por unidad de supericie de red. Durante el período de liberación de esporas (fotoperíodos 12:12 u 8:16, baja de temperatura de 15° a 10°C) el número máximo de esporas se libera entre el quinto y el noveno día, por lo cual las redes deben permanecer en impregnación durante ese período para asegurar el mayor número de esporas asentadas. Las redes o cuerdas pueden ser inoculadas suspendiendo las conchas sobre la red y agregando burbujeo para el esparcimiento de las esporas. Inmediatamente después de la inoculación o cuando las frondas tienen 1 mm de largo pueden ser trasladadas a estanques de cultivo o zonas estuarinas para su cultivo. Esta información es resumida en la Fig. 12.

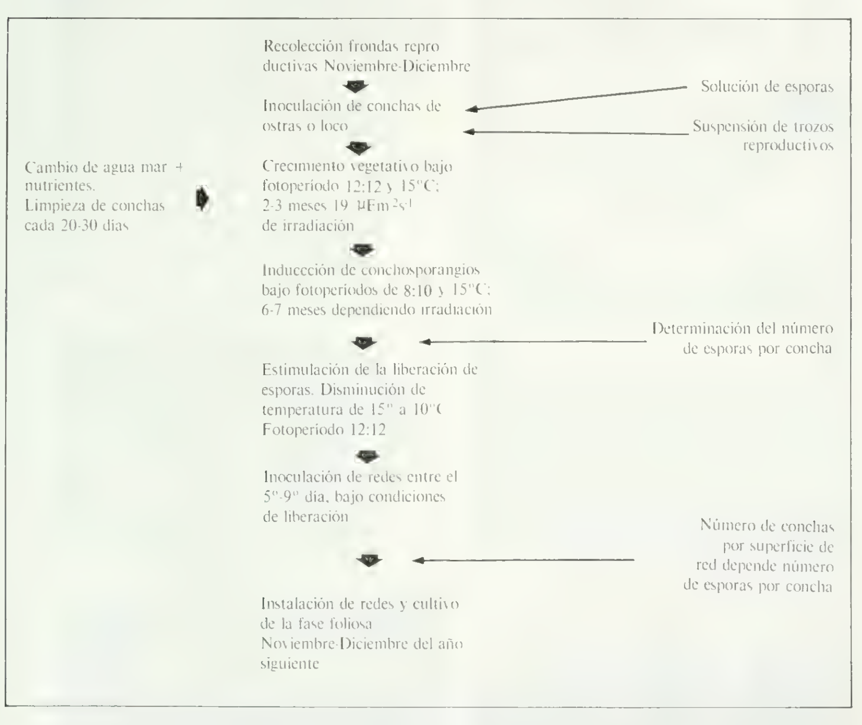


Fig. 12. Métodos y etapas para cultivar la fase *Conchocelis* en forma masiva.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Grant 3-P-85-0069 del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Canadá. El trabajo de laboratorio se realizó en al Unidad de Ecología Marina, mientras que el cultivo en estanque se hizo en la Estación Costera de Investigaciones Marinas de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Los cultivos en el mar se realizaron en la concesión Pacto S.A. ubicada al NW de Maullín (41°36'S; 73°40'W). Agradecemos a Andrea Stipo y a Raúl Ugarte por su ayuda en el laboratorio y en los estanques de Las Cruces, respectivamente, y a Guillermo Cavieres, Jefe de Producción de Pacto S.A., por permitirnos instalar las redes y por el apoyo en terreno.

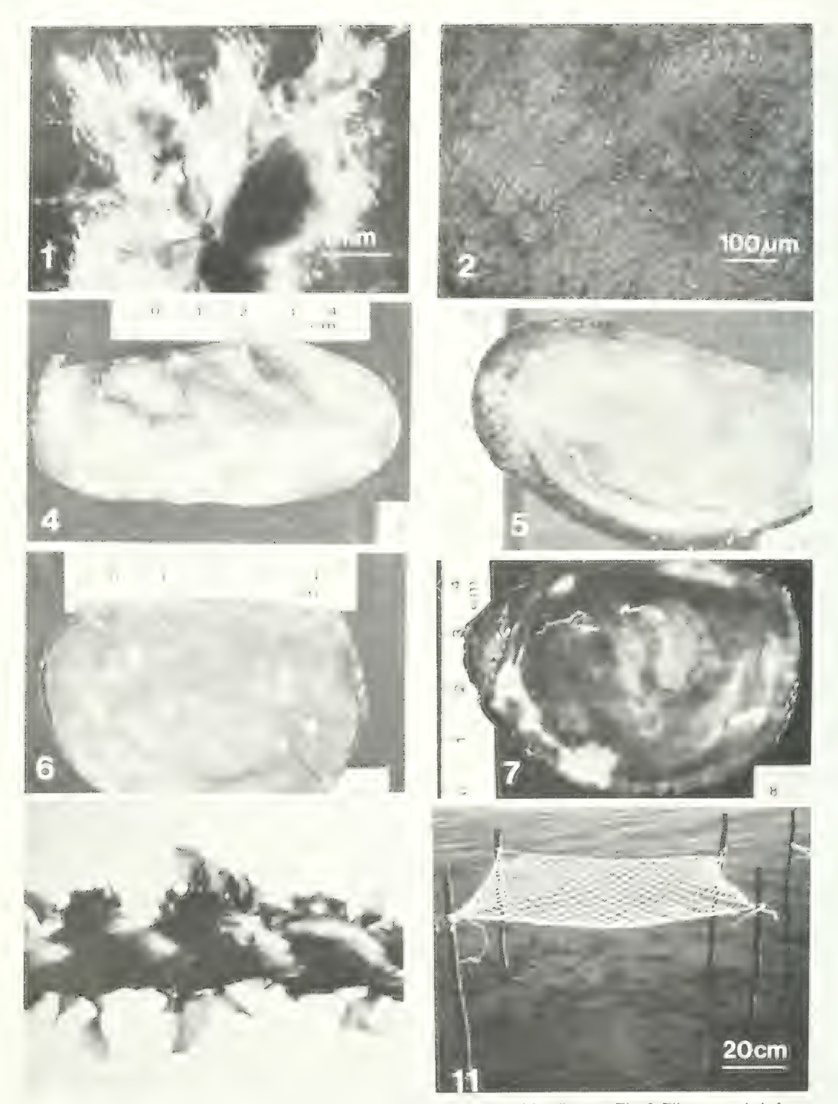


Fig. 1. Fondas de *Porphyra* sobre filamentos de *Conchocelis* en cultivo flotante. Fig. 2. Filamentos de la fase *Conchocelis* en sustrato calcáreo (*Ostrea chilensis*) a los 15 días de cultivo. Figs. 4, 5 y 6. Resquebrajamiento de las conchas de macha, chorito y almeja a los 90 días de cultivo. Fig. 7. Desprendimiento de la capa de nácar en conchas de ostras, a los 90 días de cultivo. Fig. 10. Frondas de *Porphyra* sobre cuerda de vinylon a los 43 días de cultivo en estanques. Fig. 11. Red inoculada con conchosporas e instaladas en Río Cululil (NW de Maullín, X Región). La foto muestra el nivel de la marea baja.

BIBLIOGRAFIA

ACLETO, O.C. 1971. Algas marinas del Perú de importancia económica. Pub. Mus. Hist. Nat. "Javier Prado". Serie Divulg. 5:85 pp.

AVILA, M., SANTELICES, B. and MCLACHLAN, J. 1986. Photoperiod and temperature regulation of the life history of *Porphyra columbina* (Rhodophyta, Bangiales) from Central Chile. Can. J. Bot. 64: 1867—1872.

CHEN, L.C.-M., EDELSTEIN, T., OGATA, E. and MCLACHLAN, J. 1970. The life history or *Porphyra miniata*. Can J. Bot. 48:385—389.

CHIANG, Y.—M. 1982. Cultivation of *Porphyra* in Taiwan. In: Proceedings of Republic of China — United States Cooperative Science Seminar on Cultivation and Utilization of Economic Algae. Ed. R.T. Tsuda and Y.—M. Chiang. Mangilao, Guam.

CHIANG, Y.—M. and WANG, J.CH. 1980. A study on the production of conchosporangia in the conchocelis phase of *Porphyra angusta* Okamura et Ueda. Phycologia 19(1):20—24.

DAWSON, E.Y., ACLETO C. and FOLDVIC, N. 1964. The seaweeds of Peru. J. Cramer. 111 pp., 81 plates.

ETCHEVERRY, H. y COLLANTES, G.S. 1977. Cultivo artificial del luche, *Porphyra columbina* (Montagne 1845) (Rhodophyta, Bangiaceae). Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile 16(2):195—202.

HOWE, M.A. 1914. The marine algae of Peru. Torrey Bot. Club Mem. 15:185 pp.

IMADA, O., SAITO, Y. and TERAMOTO, K.I. 1971. Artificial culture of Laver Proc. Int. Seaweed Symp. 7:358—361.

IWASAKI, H. 1961. The life—cycle of *Porphyra tenera* in vitro. Biol. Bull. 121:173—187.

IWASAKI, H. and SASAKI, N. 1971. The conchocelis-phase of *Porphyra suborbiculata* forma *latifolia*. Proc. Int. Seaveed Symp. 7:364—367.

KUROGI, M. and SATO, S. 1962. Influence of light on the growth and maturation of *Conchocelis*—thallus of *Porphyra*. III. Effect of photoperiod in the different species. Bull. of Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. 20:138—156.

KUROGI, M. and SATO, S. 1967. Effect of photoperiod on the growth and maturation of *Conchocelis*—Thallus of *Porphyra umbilicalis* (L.) Kütz, and *Porphyra pseudocrassa*. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. 27:111—130.

LEVRING, T. 1960. Contributions to the marine algal flora of Chile. Lunds Universitets Arsskrift n.f. Avd. 2 56(10):83 pp.

MATAMALA, F.M., MARTINEZ, E., ETCHEPARE, I.R. y ROMO, H.D. 1985. Observaciones en terreno y estudios *in vitro* de la fase *Conchocelis* de *Porphyra columbina* Montagne (Algae, Rhodophyta). Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile 56:207—212.

MCLACHLAN, J. 1973. Growth media—marine. In: Handbook of Phycological Methods. Ed. J.R. Stein. Cambridge University Press, Cambridge, England 25—51.

MIURA, A., 1975. *Porphyra* cultivation in Japan. In: Advance of Phycology in Japan. Ed. Tokida J. and H. Hirose. Veb. Gustav Fisher Verlag Jena 273—304.

OKASAKI, A. 1971. Seaweeds and their used in Japan. Tokyo, Tokai University Press, 165 pp.

RAMIREZ, M.E. y SANTELICES, B. 1981. Análisis biogeográfico de la flora algológica de Antofagasta (Norte de Chile). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 38:5—20.

SANTELICES, B., MONTALVA, S. and OLIGER, P. 1981. Competitive algal community organization in exposed intertidal habitats from Central Chile. Mar. Ecol. Prog. Ser. 6:267—276.

SANTELICES, B. y AVILA, M. 1986. Bases biológicas para maximizar cosecha de "luche" (*Porphyra columbina* Montagne) en Chile Central. Actas II Congr. Algas Mar. Chilenas 201—211.

SERNAP, 1986. Anuario Estadístico de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Servicio Nacional de Pesca.

SUTO, S. H. 1974. Mariculture of seaweeds and its problems in Japan. In: Proceedings First U.S. —Japan Meeting on Aquaculture, Tokyo, Japan 7:16.

TSENG, C.K. 1981. Marine phycoculture in China. Proc. Int. Seaweed Symp. 10:123—152.

VILLARROEL, L. and ZANLUNGO, A.B. 1981. Structural studies on the porphyran from *Porphyra columbina* Montagne. Carbohydrate Research 88:139—145.

WAALAND, J.R., DICKSON, L.G. and CARRIER, J.E. 1987. Conchocelis growth and photoperiodic control of conchospore release in *Porphyra torta* (Rhodophyta). J. Phycol 23:399—406.

WESTERMEIER, R. 1981. The marine seaweeds of Chile's tenth Region (Valdivia, Osorno, Llanquihue and Chiloe). Proc. Int. Seaweed Symp. 10:215—219.

WEINBORN, J.A. 1967. Determinación cualitativa y cuantitativa de los aminoácidos totales de dos especies de algas chilenas de importancia económica: *Durvillea antarctica* y *Porphyra columbina*. Tesis, Universidad Técnica del Estado, Santiago.

Gayana, Bot. 45 (1-4):329-333, 1988 ISSN 0016-5301

PRIMEROS ESTADOS DE DESARROLLO DE *CHONDRIA* SP. (RHODOPHYTA, RHODOMELACEAE)*

EARLY STAGES OF DEVELOPMENT OF CHONDRIA *SP. (RHODOPHYTA, RHODOMELACEA)*

Camilo Werlinger I.**
Krisler Alveal V.**

RESUMEN

Tetrásporas y carpósporas obtenidas a partir de ejemplares de *Chondria* sp. recolectadas en la localidad de Cocholgüe, se cultivaron en placas Petri con medio Erdschreiber en una cámara de cultivo con temperaturas entre 12 °C y 15 °C, fotoperiodo 16:$\overline{8}$, intensidad luminosa 2.000 a 3.000 lux y durante 18 días, con la finalidad de obtener información sobre las etapas iniciales del desarrollo de esta especie.

Las carpósporas, alargadas y con una clara polaridad (aguzadas en la base y más anchas en el ápice), presentan a las 24 horas células más anchas en la parte apical y generación de rizoides hacia la porción más aguda. A los 6 días se diferencia un sistema rizoidal fuerte. Las tetrásporas, de forma esférica, inician la división celular y la emisión de rizoides generando un pequeño disco circular antes de las 24 horas; a las 48 horas la emisión de rizoides ya ha tomado una disposición radiada mientras que las células de la masa central o disco han incrementado su tamaño. Seis días después de iniciado el cultivo los rizoides presentan un fuerte crecimiento con un evidente ensanchamiento terminal, claramente más pigmentado que la porción proximal al disco. En los días posteriores, junto con el desarrollo de nuevos rizoides, continúa el alargamiento de los ya existentes.

ABSTRACT

The early stages of development of *Chondria* sp., starting from carpospores and tetraspores of plants collected in Cocholgue —Bay of Concepción— have been studied under laboratory cultures. The spores and subsequent germlings were incubated in enriched Erdschreiber medium and in a culture room at 12-15 °C temperature; 16:$\overline{8}$ light-dark cycle and 2.000 — 3.000 lux illuminance.

The carpospores in the cystocarp were clavate, being sharp tapered at the base and rounded at the apex. After twenty four hours the carpospores were released, the sporelings showed wide cells towards the apex and primary rhizoids at the base and 48 hours after the carpospore release, the rhizoids continued its development. Then, 6 days after the begining of the culture, both the rhizoidal holdfast and the developing body became clearly differentiated. The tetraspores were spherical and after 24 hours of culture, the sporelings began its celular division and rhizoidal development, resembling a tiny round disk; after 48 hours of culture the rhizoids showed a radial pattern whereas the germlings had increased in size. Late development stages showed the initiation of new rhizoids and further development of the oldest.

KEYWORDS: *Chondria* sp.; germlings; morphology, development.

*Proyecto D.I. 20.37.13
Universidad de Concepción.
** Departamento de Oceanología
Universidad de Concepción
Casilla 2407 Apartado 10
Concepción - Chile

INTRODUCCION

La realización de estudios de algas marinas utilizando como base el desarrollo de sus elementos reproductivos permite obtener importante información, útil, tanto para implementar sistemas de cultivo masivo, en el caso de algas de importancia económica (Alveal, 1986), como para la dilucidación de problemas taxonómicos (Campbell and Cole, 1984). Por otra parte, no deja de ser importante destacar que la fisiología reproductiva tiene nexos indudables con el comportamiento ecológico de las especies en sus habitats naturales (Lobban *et al.*), de modo que la interacción ambiente-planta va a estar ejerciendo una presión de selección sobre la estrategia reproductiva, y en consecuencia, sobre el éxito o fracaso para la permanencia de las especies en sus áreas naturales.

MATERIALES Y METODOS

En el intermareal de Caleta Cocholgüe, lugar ubicado en el sector oriente de la boca de la Bahía de Concepción (36° 40' S; 73° 02' W) (Fig. 1), se procedió a recolectar ejemplares cistocárpicos y tetraspóricos de *Chondria* sp. Los ejemplares aquí obtenidos fueron colocados en bolsas plásticas con agua de mar, llevados al Laboratorio de Algas de Universidad de Concepción y mantenidos en cultivo en acuarios, con cambios periódicos de agua de mar.

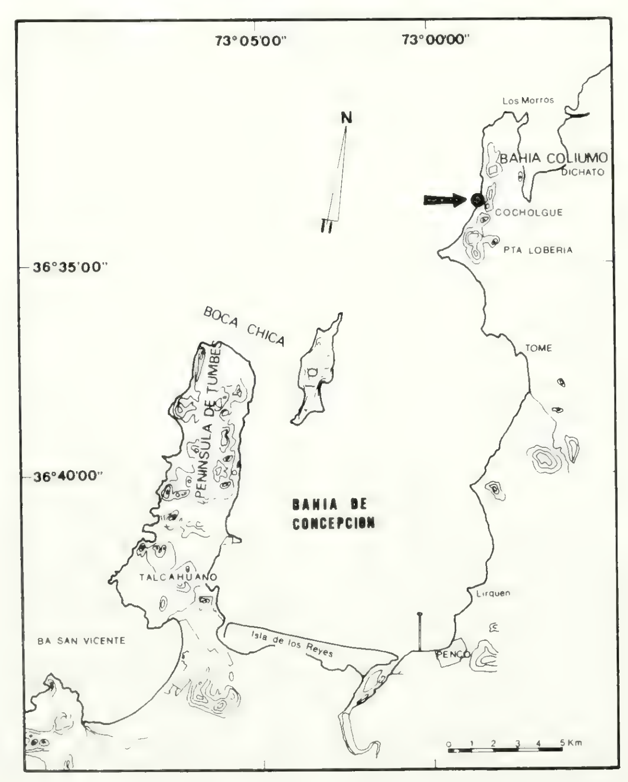


Fig. 1. Ubicación de la localidad de recolección de *Chondria* sp., en la Bahia de Concepcion.

Una vez obtenidas las tetrásporas y carpósporas a partir de esporulación espontánea se procedió a separar, bajo la lupa y mediante micropipetas estériles, 30 esporas de cada tipo. Estas fueron pasadas por placas de agar para limpiarlas de impurezas así como para aislarlas de diatomeas y protozoos, posteriormente se procedió a lavarlas en agua de mar estéril y a depositarlas en placas Petri, también estériles, conteniendo portaobjetos y el medio de cultivo Erdschreiber, mantenidas durante 18 días, en una cámara de cultivo a 12-15 °C, fotoperíodo 16: $\overline{8}$ y entre 2.000 y 3.000 lux.

Las observaciones fueron hechas al inicio del experimento —0 hora—, a las 24 horas, a las 48 horas, y posteriormente cada 48 horas hasta completar 18 días de cultivo.

RESULTADOS

Las tetrásporas y carpósporas son fácilmente diferenciables por su aspecto externo. Las tetrásporas corresponden a células de forma esférica —con un diámetro entre 30 a 40 µm— ubicadas en tetrasporangios subcorticales tetraédricos, formados de células medulares, y liberadas por ruptura de la corteza. Las carpósporas son alargadas y aguzadas en un extremo, con una longitud de 70-90 µm y originadas en cistocarpos de forma globosa cuyos diámetros oscilan, entre 500 a 800 µm los que se distribuyen en las ramas laterales de los talos.

Las esporas en general, tanto tetrásporas como carpósporas, presentan inicialmente el citoplasma rojizo y de consistencia homogénea, pero una vez iniciado el cultivo y en forma previa a la fijación y a la posterior emisión de rizoides, éste se fragmenta, derivando en una estructura multicelular (Figs. 2 A, B y 3 A, B).

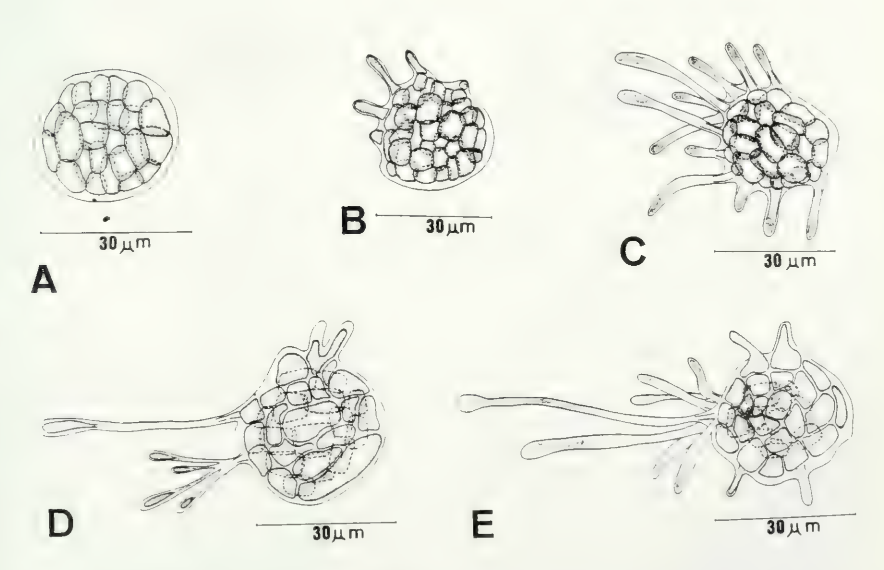


Fig. 2. Desarrollo de las tetrásporas. A) Tetrásporas liberadas con desarrollo de células isodiamétricas. Forma general esférica. B) Formación inicial de rizoides. Polaridad del sistema. C) A las 24 horas de cultivadas. Formación abundante de rizoides hialinos. D) A las 48 horas. Rizoides largos, inicio de un cuerpo central más complejo. E) Al sexto dia. Se mantiene estructura de la etapa anterior. (La escala corresponde a 30 µm).

A las 24 horas los embriones ya están fijos al sustrato y presentan varias prolongaciones rizoidales. En los embriones provenientes de tetrásporas, los rizoides nacen en forma radiada en torno a un cuerpo central multicelular (Fig. 2 C). En embriones derivados de carpósporas los rizoides se generan inicialmente en la porción más aguda (Fig. 3 B). En esta etapa el cuerpo central multicelular presenta células de diferentes tamaños. En etapas más avanzadas, la densidad de rizoides es marcadamente mayor incrementando en longitud (3 C, D). En algunos embriones se inicia generación de rizoides en otros sectores del disco central (Fig. 3 E).

Al sexto día de cultivo los rizoides experimentan un fuerte alargamiento, con porciones terminales más anchas y claramente más pigmentadas en la porción distal (Figs. 2 E, 3 E).

El cuerpo central presenta 2-3 capas de células. A los 16 días el crecimiento se hace más lento, los rizoides no sobrepasan los 70 μm de longitud.

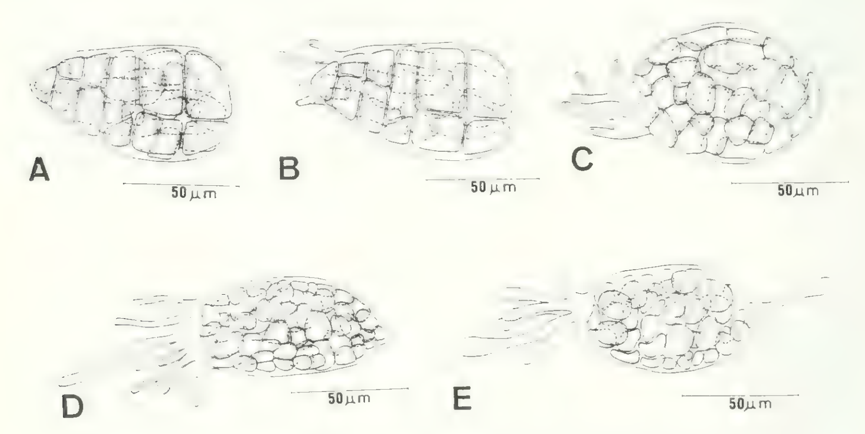


Fig. 3. Desarrollo de las carpósporas. A) Carpósporas liberadas han iniciado incremento en el número de células. Se diferencian macro y microcélulas. Aspecto general alargado con polaridad manifiesta. B) División celular y generación de rizoides iniciales. C) A las 24 horas de cultivadas. Desaparece diferencia entre macro y microcélula. Crecimiento de rizoides. D) A las 48 horas. Penacho rizoidal fuerte, división celular activa. E) Al sexto día, generación de nuevos rizoides en el extremo opuesto de la zona rizoidal primaria. (La escala corresponde a 50 μm)

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Dixon (1973) señala que, en general, el talo de algas rojas nunca se desarrolla directamente en talo adulto sino que hay etapas intermedias de desarrollo, etapas que son características para determinados grupos de algas. Chemin (1937) estipula varios patrones de desarrollo embriológico, asimilándose *Chondria* sp. al tipo *Naccaria* o al tipo *Dumontia*, tipos que consideran la generación de un cuerpo celular central del cual salen rizoides laterales. Sin embargo, la emisión de largos rizoides, ensanchados en sus extremos, indivisos y ramificados otorga una característica diferente a *Chondria* sp. de Chile. En el caso de *Chondria dasyphylla* (Woodw) C. Ag. según Fritsch (1954) el sistema consiste en la generación de un rizoide fuerte y porciones superiores ensanchadas, como el resto de las Ceramiales en las cuales se diferencia tempranamente uno o pocos rizoides primarios y una porción apical erecta (*Dasya, Ceramium, Callithamnion, Apoglossum, Polysiphonia, Laurencia*, entre otros) más semejante al patrón mostrado en *Chondria* sp. es el patrón de desarrollo de *Laurencia articulata* (Hud.) Lyngb. (Fritsch, 1945) la que presenta una pequeña masa celular de forma discal con rizoides de 1-2 células naciendo radialmente, elongación de rizoides bifurcados de 5-7 células con una zona central de la cual se levanta el talo inicial mediante células

apicales. La formación de rizoides hialinos ha sido observada también en plantas de algas pardas (*Durvillaea antarctica*, Phaeophyta, Durvilleales) por Buschmann (1987) en el momento del desarrollo inicial de los gametofitos tanto en el rizoide primario como en los rizoides secundarios.

La tetráspora de *Chondria* sp. deriva en un cuerpo multicelular que mantiene una forma discoide hasta la generación radial de rizoides, momento en el cual el cuerpo central muestra inicio de estructura poliestromática.

En el desarrollo de embriones a partir de carpósporas la emisión inicial de rizoides está polarizada y restringida a la porción más aguda del cuerpo multicelular. En etapas posteriores, se observa emisión de rizoides en sentido opuesto y varios sectores del cuerpo central se hacen poliestromáticos.

La emisión de rizoides abundantes es característica de especies que viven en lugares de aguas agitadas y que precisan de elementos eficientes de fijación al sustrato. *Gelidium, Durvillaea, Iridaea, Gigartina* presentan sistemas rizoidales efectivos de fijación. *Chondria* sp. se presenta en lugares con mucho oleaje y precisa también de un sistema eficiente de anclaje.

AGRADECIMIENTOS

Estudios efectuados por el Proyecto D.I. 20.37.13 de la Universidad de Concepción.

Se agradece el apoyo recibido por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) para efectuar esta publicación.

BIBLIOGRAFIA

ALVEAL, K. 1986. Fragilidad y estrategia de perduración de *Gracilaria*. Estud. Oceanol. 5: 27-58.

CAMPBELL, S. E. y COLE K. 1984. Developmental studies on cultured endolithic conchocelis (Rhodophyta). Hydrobiologia 116/117: 201-208

CHEMIN, E. 1937. Le développement des spores chez les Rhodophycées. Rev. Gen. Bot. 49.

DIXON, P. 1973. Biology of the Rhodophyta. Otto Koeltz Science Publishers. Koenigstein/W. Germany.

FRITSCH, F. E. 1945. The Structure and Reproduction of the Algae. Vol. II. Cambridge University Press.

LOBBAN, C.S., HARRISON P.S. y DUNCAN M.J. 1985. The physiological ecology of seaweeds. Cap. 10. Morphogenesis. Cambridge University Press, Cambridge.



V BIOLOGIA y ECOLOGIA

Gayana, Bot. 45 (1-4):337-343, 1988 ISSN 0016-5301

PRESENCIA DE HONGOS PLASMODIOPHORALES EN PLANTAS DE *DURVILLAEA ANTARCTICA* (CHAM.) HARIOT (PHAEOPHYTA, DURVILLEACEAE) DEL SUR DE CHILE

THE PRESENCE OF PLASMODIOPHORALES IN PLANTS OF DURVILLAEA ANTARCTICA (CHAM.) HARIOT (PHAEOPHYTA, DURVILLEACEAE) IN SOUTHERN CHILE

Mario Aguilera*
Pedro J. Rivera*
Renato Westermeier*

RESUMEN

El presente trabajo describe la presencia de hongos Plasmodiophorales en plantas de *Durvillaea antarctica* (Cham.) Hariot en poblaciones de la provincia de Valdivia y en la provincia de Concepción.

Durante 8 meses de controles realizados en la Reserva Marina de Punta Kilian (39° 24'S, 73° 13'W) se detectó la presencia de Plasmodios haploides con esporas perdurantes en frondas y estipes de esta especie. La infección produce externamente una "callosidad" que puede medir hasta 11 cm^2 de superficie e internamente una hipertrofia de las capas corticales inferiores del talo, en invididuos juveniles y adultos.

En prospecciones realizadas durante el verano de 1988, en la provincia de Concepción (Pudá, 36° 30'S, 73° 6'W) se encontró sólo un 0,2% de individuos adultos infectados con ausencia total de signos de infección en plantas juveniles.

Los mayores porcentajes de plantas infectadas se localizaron en los 2 sitios prospectados de la provincia de Valdivia

ABSTRACT

The presence of Plasmodiophorales fungi in plants of *Durvillaea antarctica* (Cham.) Hariot from a Southern population of Valdivia and Concepción provinces is described.

The presence of haploid Plasmodiophorales with resting spores in fronds and stipes of this species was detected in an eight month sampling survey carried out in the Marine Reserve, Punta Kilian (39° 24'S, 73° 13'W). The infection produces external galls which can be 11 cm^2 surface area, and internal hypertrophy of lower cortical cells in adult and young individuals.

Only 0,2% of infected adult individuals and no young infected individuals were found during summer 1988 in Concepción Province (Pudá, 36° 30'S, 73° 6'W).

The highest percentages of infected plants were found in two examined sites in Valdivia Provinces.

KEYWORDS: *Durvillaea antarctica*, Plasmodiophorales fungi, galls, resting spores.

INTRODUCCION

En las poblaciones del género *Durvillaea* del hemisferio sur se ha descrito la presencia de organismos parásitos. Para poblaciones de *Durvillaea antarctica* de Nueva Zelandia, South (1974) describió la presencia de *Herpodiscus durvilleae* (Lindauer) South un alga Phaeophyceae que produce externamente pequeñas callosidades de tamaño creciente en las frondas de esta especie. Posteriormente James et al. (1987) describieron la presencia de un hongo del Orden Plasmodiophorales en frondas de *Durvillaea potatorum* en Australia. La acción de organismos patógenos

*Instituto de Botánica
Universidad Austral de Chile
Casilla 567
Valdivia - Chile

sobre talos de macroalgas conduce a la destrucción de éste. En las poblaciones de *Durvillaea antarctica* del sur de Chile, es frecuente encontrar "callosidades" similares a las descritas para las poblaciones de este género en Nueva Zelandia y Australia.

Dado el desconocimiento del tipo de organismo infectante en estas poblaciones, el presente trabajo tiene como objetivo distinguir a cual de estos 2 parásitos descritos corresponde, evaluando el grado de invasión de éste sobre los individuos de *D. antarctica*, sus relaciones con los períodos de fertilidad del huésped, zonas de infección y estado de desarrollo de las plantas. Para conocer si este parásito está presente en otras poblaciones de la zona centro-sur se realizaron prospecciones en Pudá, litoral de la provincia de Concepción, Las Cuevas, bahía de Corral y Punta Kilian, provincia de Valdivia.

MATERIAL Y METODOS

a) *Area de Estudio*: El estudio del efecto poblacional del parásito se llevó a cabo en una población que ocupa una superficie de 42 m² en el mesomareal inferior de la Reserva Marina de Punta Kilian (39° 24'S, 73° 13'W), provincia de Valdivia (Fig. 1). Este se inició en abril de 1987, período en el cual la densidad poblacional de *D. antarctica* alcanzaba a 200 individuos (Westermeier et al., 1988).

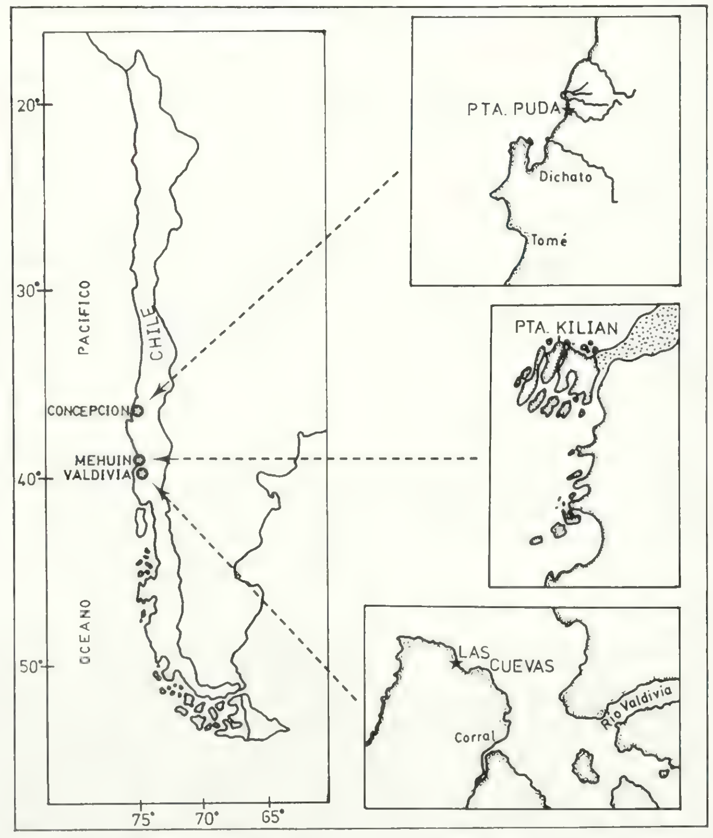


Fig. 1. Area de Estudio. Punta Pudá (Provincia de Concepción), Punta Kilian y Bahía de Corral (Provincia de Valdivia).

En el verano de 1988 (febrero) se prospectaron poblaciones de esta especie en la zona de Pudá (36° 30'S, 73° 6'W), provincia de Concepción. En ella se evaluaron un total de 1000 plantas adultas extraídas por pescadores artesanales con fines comerciales. En la población natural sólo fue posible controlar ejemplares juveniles. Del mismo modo se efectuaron prospecciones de plantas adultas en el sector de "Las Cuevas" (39° 51'S, 73° 26'W), Bahía de Corral, provincia de Valdivia, en un área de 50 m^2.

b) *Efecto poblacional*: En la Reserva Marina de Punta Kilian se controló un total de 8 individuos juveniles y 6 individuos adultos, los cuales fueron marcados mediante placas de acrílico cuyo diámetro de disco basal fluctuó entre 12 y 20 cm con un tamaño entre 150 y 200 cm. Debido a fuertes desprendimientos de los individuos marcados fue necesario adicionar nuevas plantas hasta el período de invierno, finalizando los controles en noviembre de 1987. Las características morfométricas de estas plantas se muestran en la figura 2.

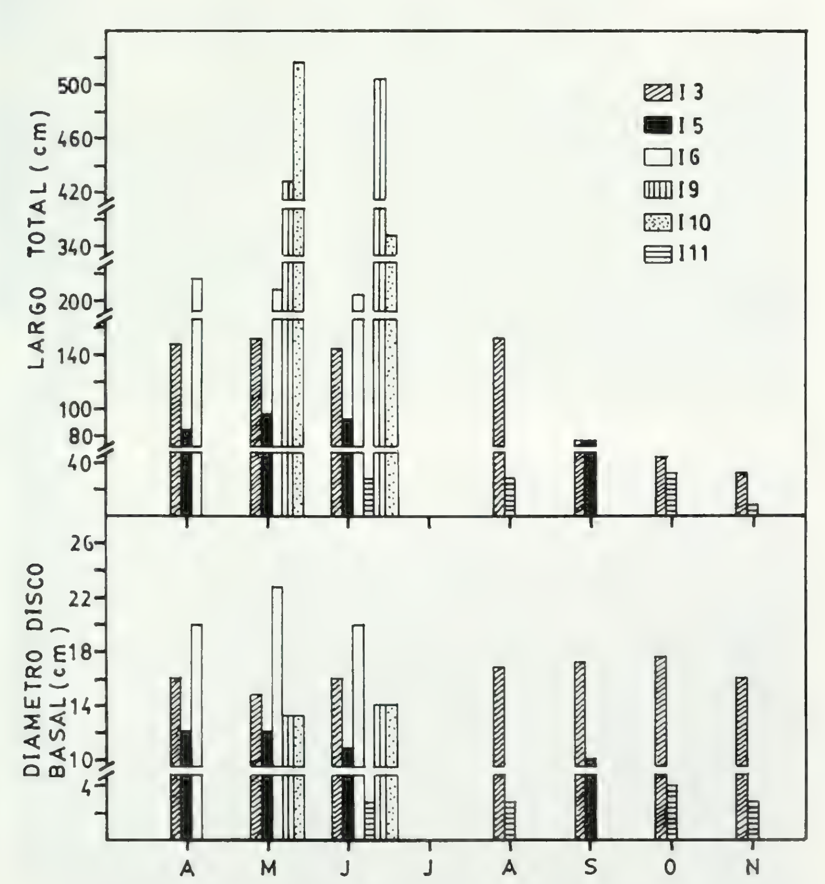


Fig. 2. Características morfométricas (diámetro del disco y largo total de individuos juveniles y adultos marcados y controlados durante el período de estudio)

A los individuos marcados se les evaluó la superficie infectada de la lámina utilizando un cuadrante de 400 cm^2 con 100 puntos distribuidos regularmente. Junto a lo anterior se controló la fertilidad poblacional y la de los individuos infectados. Además del control macroscópico poblacional se realizaron cortes histológicos de las zonas infectadas para la identificación del organismo parásito y su estado biológico.

RESULTADOS

Las observaciones microscópicas de los cortes histológicos de frondas infectadas mostraron que corresponde a un hongo mucoso endoparásito de la clase Plasmodiophoromycetes, Orden Mixomycota, (Mueller and Loeffler, 1982). En las Figs. 3 y 4 se muestran plasmodios haploides con esporas perdurantes similares a los encontrados por James et al. (1987), el que concuerda con la descripción para este tipo de organismos dada por Wartenberg (1978). La posición de los plasmodios haploides es en la zona subcortical del talo de *D. antarctica.* Dichas fases reproductivas fueron observadas durante todo el período de estudio.

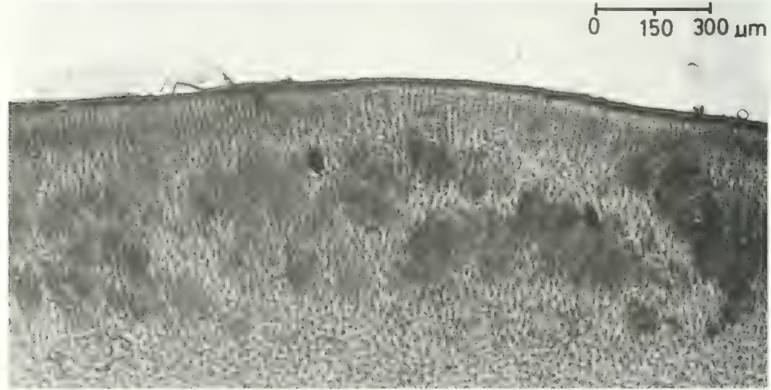


Fig. 3. Corte Transversal por lámina infectada: ubicación de plasmodios perdurantes en el tejido subcortical (100x)

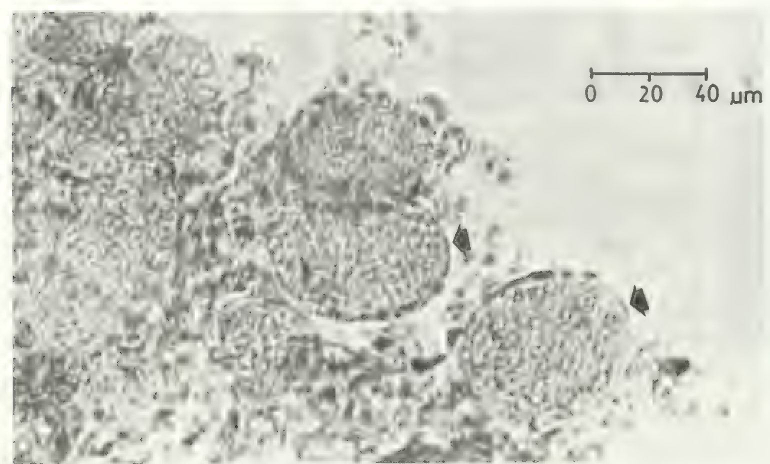


Fig. 4. Detalle de plasmodios con esporas perdurantes en su interior (250x)

Las zonas de infección en los individuos de *D. antarctica* se localizan indistintamente en el disco basal, estipe y láminas (Figs. 5 y 6) no habiendo diferencias en cuanto a las edades de las plantas huéspedes.



Fig. 5. Callosidad formada por la infección en una lámina de plantas adultas



Fig. 6. Callosidad formada por la infección a nivel del estipe, de planta adulta

La variación mensual promedio del tamaño de la infección se muestra en la Fig. 7 en individuos adultos, el tamaño de la "callosidad" presenta un aumento de 2,4 cm^2 en 6 meses de controles, alcanzando un máximo de 11,0 cm^2 de superficie infectada. En relación a la superficie total de la planta, la superficie infectada no sobrepasa el 10%.

En la Fig. 8 se muestra la variación individual del desarrollo de la superficie infectada en 6 plantas controladas. Los diámetros de la infección no tienen relación con el estado de desarrollo de los individuos. Así es como individuos juveniles (I 11) presentaron al inicio de su control (junio) un diámetro de 3 cm para aumentar hasta 6,1 cm después de cuatro meses (octubre). Valores similares de diámetro de la infección presentaron plantas adultas (I6, I9, I3 e I10). Así por ejemplo la planta I3 con un diámetro inicial de 5 cm. aumentó hasta 7 cm en 8 meses de controles (abril a noviembre). Individuos con gran diámetro de infección mostraron un leve desarrollo, siendo este incremento no mayor a 3 cm.

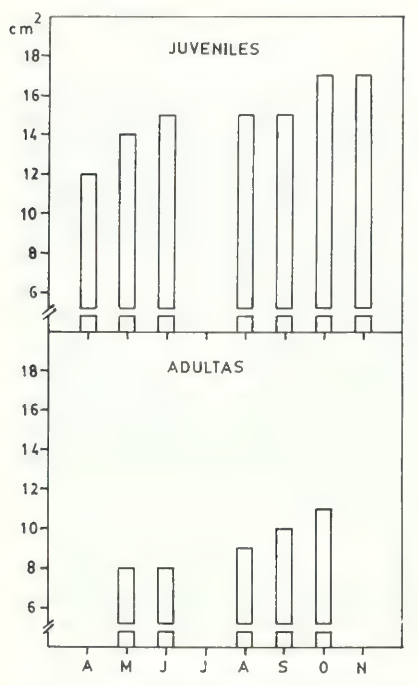


Fig. 7. Valores mensuales promedios de la superficie de la infección en individuos juveniles y adultos en la población de Punta Kilian

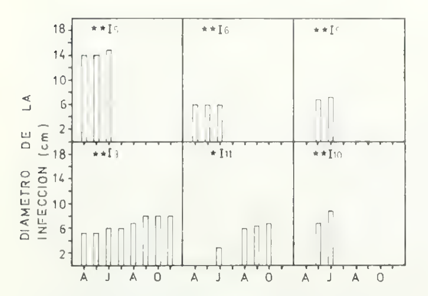


Fig. 8. Variación individual en el desarrollo de la superficie infectada de los individuos marcados. *Individuo juvenil, **Individuos adultos.

La fertilidad de la población muestreada se ilustra en la Fig. 9. El porcentaje de plantas fértiles infectadas presenta un máximo de 30% sobre el total de la población cuando ésta alcanza su máximo valor de fertilidad (80%) en los meses de invierno. En general, el transcurso de la fertilidad de plantas infectadas es similar al de la población total.

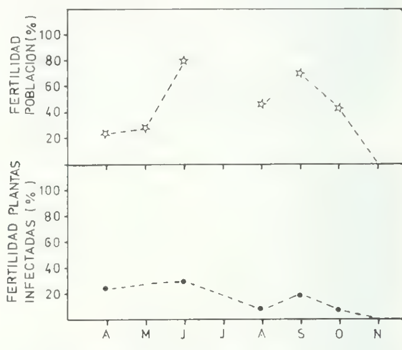


Fig. 9. Porcentaje de individuos fértiles en la población y de individuos infectados

La prospección de individuos infectados realizada en verano de 1988 mostró que (Tabla I) las poblaciones de *D. antarctica* ubicadas en la provincia de Valdivia (Punta Kilian y Las Cuevas) presentan la mayor densidad porcentual de plantas infectadas, alcanzando hasta un 20,87% en individuos adultos y 4,35% en individuos juveniles. En la zona de Pudá (provincia de Concepción) sólo un 0,2% de los individuos adultos analizados en playa se encuentran atacados por el hongo, en tanto que individuos juveniles fijos al sustrato no presentan signos macroscópicos de infección.

	PUDA	PTA. KILIAN	LAS CUEVAS
% Plantas adultas infectadas	0,2	12,76	20,87
% Plantas juveniles infectadas	0	0,27	4,35
Total plantas del área	1000	271	230

Tabla I. Valores porcentuales de plantas juveniles y adultas infectadas y no infectadas en las 3 localidades prospectadas

DISCUSION

La presencia de parásitos sobre algas marinas macroscópicas no es un fenómeno desconocido en la naturaleza (James et al 1987).

Hongos del Orden Plasmodiophorales constituyen parásitos obligados en los cuales, su ciclo de vida ocurre en el huésped, con fases infectantes en el agua alrededor del huésped. El efecto de este hongo en el talo de *Durvillaea antarctica* es una hipertrofia de las capas corticales inferiores, debilitando las láminas con la consiguiente ruptura de éstos por acción del oleaje.

En D. potatorum (James et al. 1987) describe que las callosidades producidas por la infección de hongos Plasmodiophorales crecen hasta 3 cm de diámetro. En las poblaciones de *D. antarctica*, estas callosidades alcanzan hasta 11 cm^2 de superficie en plantas adultas y de forma cóncava, no existiendo diferencias en cuanto al desarrollo (aumento de tamaño) entre individuos adultos y juveniles. En cuanto al período de infección en relación con la edad de las plantas, ésta ya se presentó en individuos juveniles (≤ 4 cm de diámetro del disco basal).

La presencia de callosidades no sólo en las frondas de *D. antarctica*, permite suponer que el mecanismo de infección es diferente al descrito para *D. potatorum* que es a través del ostíolo de conceptáculos viejos. Desde el punto de vista reproductivo el patrón de fertilidad de las plantas reproductivas no es alterado por la presencia de este patógeno. Desde el punto de vista cuantitativo sobre las poblaciones muestreadas, es interesante el hecho de la menor cantidad de plantas infectadas en la provincia de Concepción en relación a las 2 localidades pròspectadas en la provincia de Valdivia. Por estos valores encontrados es posible asumir que las poblaciones del sur están mayoritariamente afectadas por este parásito, sugiriéndose asimismo mayores observaciones al respecto.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la ayuda en terreno del Sr. David Patiño A. Trabajo financiado parcialmente a través del Proyecto RS-82-37 de la Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Austral de Chile y por la Fundación Volkswagenwerk, Alemania Federal.

BIBLIOGRAFIA

JAMES, K.R., CLAYTON, M.N. and HALLAM, N.D., 1987. The gallus on the thallus of *Durvillaea potatorum*. (En prensa)

MUELLER, E. and LOEFFLER, W., 1982. Mykologie Grundiss für Naturwissenchaftler und Mediziner. G. Thieme. Stuttgart. 366 págs

SOUTH, G.R., 1974. *Herpodiscus* gen. nov. and *Herpodiscus durvilleae* (Lindauer) comb. nov., a parasite of *Durvillaea antarctica* (Chamisso) Hariot Endemic to New Zealand. Journal of the Royal Society of New Zealand 4(14): 455-461.

WARTEMBERG, A., 1978. Systematik der niederen Pflanzen: G. Thieme, Stuttgart. 226 págs.

WESTERMEIER, R., RIVERA, P.J., WENZEL, H., y GUAIQUIL V., 1988. Fortspflanzengsbiologie wichtiger algen Chiles. Informe final Fundación Volkswagenwerk. 202 págs.

Gayana, Bot. 45 (1-4):345-349, 1988

ISSN 0016-5301

RESISTENCIA DE LAS ESPORAS DE *IRIDAEA LAMINARIOIDES*, *GIGARTINA CHAMISSOI* Y *GRACILARIA VERRUCOSA* (RHODOPHYTA, GIGARTINALES) A LA DESECACION*

RESISTANCE OF SPORES OF IRIDAEA LAMINARIOIDES, GIGARTINA CHAMISSOI *AND* GRACILARIA VERRUCOSA *(RHODOPHYTA, GIGARTINALES) TO DESICCATION*

Andrea Aste V. B.**
Krisler Alveal V**

RESUMEN

Esporas de *Iridaea laminarioides* Bory, de *Gigartina chamissoi* (C. Agardh) J. Agardh y de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss fueron sometidas a varios tiempos de desecación considerando que, por su distribución en diferentes niveles verticales, sus esporas mostrarían también resistencia a la deseación acorde con su ubicación litoral.

Los resultados señalan que las esporas de *I. laminarioides* logran germinar después de mantenerlas 5 días en desecación y las de *G. chamissoi* después de 3 días. Las esporas de *G. verrucosa* muestran respuestas de desarrollo hasta con 3 días de secado, comportamiento que es concordante con la distribución vertical de las tres especies en estudio.

ABSTRACT

Spores of *Iridaea laminarioides* Bory, *Gigartina chamissoi* (C. Agardh) J. Agardh and *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss were subjected to desiccation for different periods of time since the depth distribution of its spores would also show resistance to desiccation according to the seaweeds location in the littoral.

The results reveal that spores of *I. laminarioides* and *G. chamissoi* germinate after being mantained under desiccation, for 5 and 3 days, respectively. The spores of *G. verrucosa* show germination after 3 days of desiccation, which is in agreement with the vertical distribution of the species under study.

KEYWORDS: Desiccation, spores, Rhodophyta.

INTRODUCCION

Las algas intermareales están sujetas a períodos de emersión que duran una cantidad variable de tiempo, según la influencia de mareas, oleaje y configuración de las playas. En los períodos de emersión los talos están expuestos a los efectos desecantes del aire y sol, y como resultado, hay pérdida de agua de las algas con incremento de las concentraciones internas de sal.

Mientras más alto en el litoral crece una especie, mayor es su exposición a la desecación. Boney (1966) señala que algún factor estructural especializado debe estar relacionado con la adaptación a la desecación. Da como ejemplo típico, el alto contenido de mucílago de *Pelvetia*, como también el grosor relativo de la pared celular.

Una fuerte desecación puede ser tolerada por cortos períodos, pero puede ser extremada-

*Estudio efectuado por el proyecto D.I. 20.37.13 de la Universidad de Concepción

**Departamento de Oceanología
Universidad de Concepción
Casilla 2407 Apartado 10
Concepción - Chile

mente crítica si la situación es prolongada (Gessner y Schramm, 1971).

La humedad relativa alta permite soportar en mejor forma la acción desecadora del aire y si se mantiene suficientemente alta para prevenir la desecación, la tasa de fotosíntesis puede permanecer igual a través de largos períodos, como encontraron Dring y Brown (1982) en *Fucus serratus*.

La temperatura es un factor que puede afectar fuertemente la sobrevivencia de los organismos. Las esporas de *Ulva pertusa*, *Monostroma nitidum*, *Porphyra tenera*, *Gelidium amansii*, *Scytosiphon lomentaria* y *Eisenia bicyclis* muestran disminución en la tolerancia a la desecación, a medida que aumentaba la temperatura (Ohno, 1969).

Con respecto a investigaciones sobre límites letales de desecación y sobre valores extremos de tolerancia de algunas especies, Post (1963) fue capaz de cultivar embriones derivados de tetrásporas de las algas rojas de *Caloglossa adnata* y *Caloglossa leprieurii* que habían sido mantenidas por 28 años en colección de herbario (Santelices, 1977).

Se asume generalmente (Chapmann, 1966) que los tejidos más jóvenes de algas marinas son más sensibles a la pérdida de agua que aquellos de más edad, las esporas de *Undaria pinnatifida* son más sensibles a la desecación que los gametofitos y esporofitos jóvenes (Saito, 1960). Se cree que la resistencia a la deseación durante la germinación y etapas tempranas estaría asociada directamente con los límites de distribución vertical en las especies. El hecho de que los bordes de zonación rara vez revelan talos muertos, sino que muchas veces contienen individuos estériles y poco desarrollados, parece indicar que los efectos de desecación pueden también afectar etapas más tardías en individuos adultos (Riedl, 1969).

Este estudio pretende establecer la resistencia de esporas de *Iridaea laminarioides*, *Gigartina chamissoi* y *Gracilaria verrucosa* sometidas a diferentes tiempos de desecación estableciéndolo sobre la base de su capacidad de desarrollo después del estrés. La respuesta se asimiló a la distribución vertical que presentan las poblaciones de las tres especies en el litoral.

MATERIALES Y METODOS

Se eligieron tres especies de Rhodophyta que presentaban diferentes distribuciones en el litoral: *Iridaea laminarioides*, en la parte media de niveles intermareales; *Gigartina chamissoi*, en la parte baja y sumergida y *Gracilaria verrucosa* en niveles sumergidos. El material fue colectado en Bahía Coliumo (36° 32' S; 72° 58' W).

Las especies de *I. laminarioides* y *G. chamissoi* fueron obtenidas desde sustrato rocoso y *G. verrucosa* desde fondo arenoso.

El material fue trasladado en balde de plástico con agua de mar al laboratorio en donde se limpió con agua de mar filtrada y agua dulce a presión por 12-15 seg.

Las algas se sometieron a secado artificial suave en estufa a 38°C por espacio de una hora. Una vez secas, se guardaron trozos de cada especie con cistocarpos en bolsas de polietileno, convenientemente etiquetadas.

El estudio se basó en plantas cistocárpicas, obteniéndose carpósporas como elemento de trabajo. Se usó medio Erdschreiber para efectuar los cultivos de esporas, probando su respuesta después de 1, 3 y 5 días de desecación.

Se evaluó el porcentaje de mortalidad de las esporas sobre la base de conteo inicial y final de los 3 tratamientos.

Las condiciones de cultivo fueron fotoperíodos de 16 : $\overline{8}$, temperatura de 15°C ($\pm$ 2°C), intensidad luminosa de 2000 lux. Recambio de medio cada 7 días. La duración del experimento fue de 90 días.

RESULTADOS

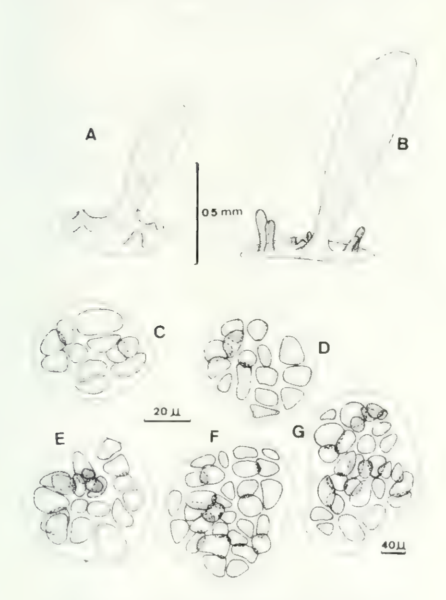
Desarrollo de esporas de *Iridaea laminarioides*

Las esporas, desecadas y mantenidas durante un día fuera del agua tuvieron un desarrollo normal al colocarlas en medio de cultivo. Se produjo división de las células, formación de disco basal e inicio de un primordio central; promedio de 8 talos por placa siendo los mayores de 1.1 mm de altura (Figs. 1 A y B). A partir de los discos se observa el inicio de nuevos talos y yemas basales abundantes.

En las esporas mantenidas durante 3 días en desecación, el desarrollo fue lento, con divisiones celulares que terminaron en la formación de discos de dimensiones variables (53 x 44 µm, Figs. 1 C y D; 57 x 56 µm, Fig. 1 E; 65 x 57 µm, Fig. 1 F) y los mayores de 300 x 198 µm (Fig. 1 G).

En este tratamiento y como resultado de las divisiones iniciales no hubo orden claro en la

distribución celular insinuándose zonas de 2 capas de células sólo en algunos discos (Figs. 1 E - G). No hubo formación de primordios.



Figs. 1 A y B: Desarrollo de primordios de *Iridaea laminarioides* a partir de esporas sometidas a un día de desecación. Duración del cultivo 90 días; C-G: Desarrollo de discos de *I. laminarioides* a partir de esporas sometidas a 3 días de desecación. Duración del cultivo 90 días.

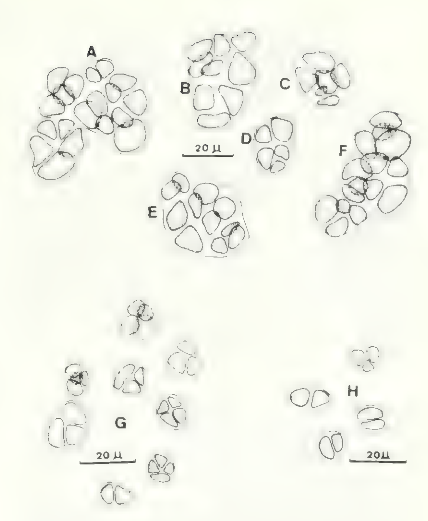


Fig. 2 A-F: Desarrollo de esporas de *I. laminarioides* sometidas a 5 días de desecación. Duración del cultivo 90 días; G: Desarrollo de esporas de *Gigartina chamissoi* sometidas a un día de desecación. Duración del cultivo 90 días; H: Desarrollo de esporas de *G. chamissoi* sometidas a 3 días de desecación. Duración del cultivo 90 días.

En las esporas sometidas a 5 días de desecación, solamente algunas germinaron y presentaron divisiones celulares, pero con un manifiesto desorden en su distribución y poco homogéneos en el grado de desarrollo. Se observó formación de discos de 5 - 6 células (Figs. 2 C y D) y discos con 15 o más células (Figs. 2 A y F). No hubo formación de primordios.

Desarrollo de esporas de ***Gigartina chamissoi***

El desarrollo de las esporas de esta especie fue notablemente diferente al alcanzado por *I. laminarioides*. Las esporas mantenidas durante un día en desecación se desarrollaron hasta formar unidades de no más de 4 células (Fig. 2 G) y de tamaño no superior a los 20 µm.

Las esporas sometidas a 3 días de desecación mostraron inhibición marcada, lográndose en algunos ejemplares (Fig. 2 H) una o dos divisiones celulares y en otras unidades, bi o tricelulares y gran cantidad de esporas muertas.

Las esporas sometidas a 5 días de secado, no mostraron desarrollo en los cultivos.

Desarrollo de esporas de ***Gracilaria verrucosa***

Los cultivos efectuados con esporas de *G. verrucosa* fueron erráticos, ya que en aquellos sometidos a un día de desecación no hubo respuesta, en cambio en las esporas con 3 días de desecación se produjo división y desarrollo formando unidades de hasta 11 células (Fig. 3), unidades que sin embargo no prosiguieron su desarrollo.

Mortalidad de esporas

Los resultados referente a la mortalidad de esporas en los tratamientos de desecación en *I. laminarioides*, correspondieron a lo esperado, ya que presentaron escasa mortalidad en los tres tra-

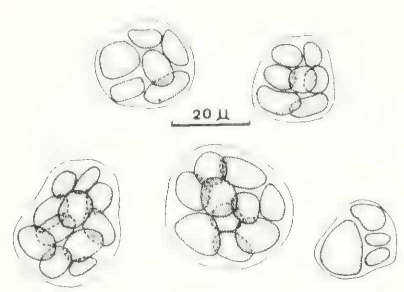


Fig. 3. Desarrollo de esporas de *Gracilaria verrucosa* sometidas a 3 días de desecación. Duración del cultivo 90 días.

tamientos (Fig. 4). En contraposición, la mortalidad de esporas de *G. chamissoi* y *G. verrucosa*, especies que viven en ambientes constantemente sumergidos, fue alta en los tres tratamientos, sobrepasando siempre el 75% de mortalidad. Las esporas de *G. verrucosa* resultaron ser las más sensibles a este estrés.

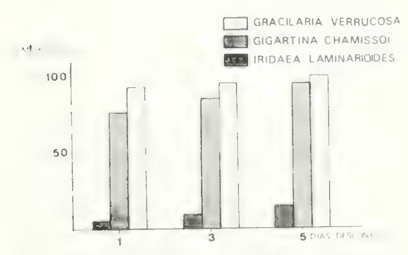


Fig. 4. Mortalidad de las esporas, de las tres especies estudiadas, sometidas a 1, 3 y 5 días de desecación.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos reflejan en gran medida concordancia con la ubicación que tienen las poblaciones de algas en el ambiente costero. Hubo mayor resistencia en las esporas de poblaciones de *Iridaea laminarioides*, de posición intermareal y sometida, naturalmente, a mayor estrés ambiental, especialmente de desecación, luz y temperatura. La respuesta, en general, fue positiva en los tres tratamientos.

Diferente es la respuesta que presentaron las esporas de *Gigartina chamissoi* y *Gracilaria verrucosa*, las cuales mostraron los efectos de la desecación de manera relativamente similar, siendo sin embargo la respuesta de *G. verrucosa* (3 días de desecación) manifiestamente más efectiva que la respuesta de *G. chamissoi* en iguales tratamientos de desecación ya que el número de divisiones fue mayor y con discos de mayor complejidad estructural.

Llama la atención la ausencia de respuesta de *G. verrucosa* en el tratamiento de un día de secado, lo cual nos hace pensar en una falla metodológica más bien que en una respuesta biológica.

Que la extensión de los períodos de desecación pueden causar efectos claramente letales en los elementos reproductivos o producir conspicuo retardo en el desarrollo de sus elementos de reproducción.

Que en relación a períodos de desecación, las esporas de especies intermareales, como *Iridaea laminarioides*, son manifiestamente más resistentes a la desecación que esporas de especies del intermareal bajo o submareales (*Gigartina chamissoi, Gracilaria verrucosa*).

Las diferencias claras en los porcentajes de mortalidad de elementos reproductivos en los tratamientos efectuados, corrobora la importancia del proceso de desecación a la vez que confirma la notoria especificidad en la respuesta biológica ante la acción de factores ambientales. Es dable pensar también que esporas de una misma población, pero provenientes de diferentes niveles de la playa, presentaron diferentes resistencia a estrés de desecación.

La información lograda, en especies de clara importancia económica y ecológica son antecedentes valiosos a considerar al momento de intentos de manipulación y manejo de estas poblaciones, especialmente en procesos de traslado o almacenaje con fines de cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo para efectuar esta publicación.

BIBLIOGRAFIA

BONEY, A.D. 1966. A Biology of Marine Algae. Hutchinson Educational Ltd., London, pp.: 157—161.

CHAPMANN, V.J. 1966. The physiological ecology of some New Zealand seaweeds. Proc. Intl. Seaweed Symposium 5: 29—54.

DRING, M.J. and BROWN, F.A. 1982. Photosynthesis of intertidal brown algae during an after periods of emersion: a renewed search for physiological causes of zonation. Mar. Ecol. Progr. Ser. 8: 301—308.

GESSNER, F. and SCHRAMM, W. 1971. Salinity: Plants. *In* O. Kinne (ed.), Marine Ecology. A comprehensive, integra ted treatise on life in oceans and coastal waters. Vol. 1, part 2, pp. 705—820. Wiley Interscience, New York.

OHNO, M. 1969. A physiological ecology of the early stage of some marine algae. Rep. Usa. mar. biol. Stn. Kochi Univ. 16: 1—46.

POST, E. 1963. *Bostrychia* nicht tot zu kriegen. Bot. Mar. 5:9—18.

RIEDL, A. 1969. Physiologische Aspekte der Vertikalzonierung von Algen des marinen Litorals. Ber. dtsch. bot. Ges., 82: 127—141.

SAITO, Y. 1960. An ecological study of *Undaria pinnatifida* Sur. IV. On the influence of desiccation upon resting zoospores, the gametophytes and the young sporophytes. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 26: 13—20.

SANTELICES, B. 1977. Ecología de Algas Marinas Bentónicas. Documento de la Dirección General de Investigaciones. Pontificia Universidad Católica de Chile, pp. 147—175.

Gayana, Bot. 45 (1-4):351-355, 1988 ISSN 0016-5301

EFECTO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN *GRACILARIA* SP. (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE)*

EFFECT OF GROWTH REGULATORS ON GRACILARIA *SP. (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE)**

Alejandro H. Buschmann**

RESUMEN

Se evaluó el efecto directo y retardado de auxinas, gibe relinas y kinetinas sobre el crecimiento de *Gracilaria* sp. en sistemas de cultivo de laboratorio. La adición de estos compuestos a los medios de cultivo no promovieron el crecimiento de *Gracilaria* sp, más aún, en muchos casos provocaron una inhibición del crecimiento. Al contrario, se encontró un efecto promotor del crecimiento, luego de trasladar los talos incubados en concentraciones altas de ácido indolacético (15 y 45ppm) a medios sin reguladores de crecimiento. Estos resultados sugieren interesantes perspectivas de estos compuestos para prácticas de cultivo en sistemas cerrados y semicerrados.

ABSTRACT

This work evaluate the direct and retarded effect of auxins, gibberellins and kinetins on the growth rates of *Gracilaria* sp in laboratory cultures. The addition of these compounds to the culture mediums didn't promote the growth rates of *Gracilaria* sp, more on, in many cases they produced inhibition of growth. The contrary effect was found the thalli were putted out of culture mediums with high auxins concentrations (15 and 45ppm) and added to culture mediums without growth regulators. This data suggest interesting perspectives for the future use of these compounds for culture practices in closed and semiclosed systems.

KEYWORDS: Growth regulators, *Gracilaria*, direct effect, retarded effect, culture.

INTRODUCCION

Las especies del género *Gracilaria* (Rhodophyta) aportan aproximadamente un 48% de la cantidad total de alga cruda exportada por Chile (Santelices y Lopenhandía, 1981), siendo extraída principalmente en las provincias de Concepción, Llanquihue y Chiloé (Olivarí, 1983). Se han realizado algunos esfuerzos en el sentido de analizar aspectos biológicos de praderas comerciales de *Gracilaria* como: Bahía de Coquimbo (Santelices y Fonck, 1979; Black y Fonck, 1981; Santelices et al., 1984), Bahías de San Vicente, Concepción y Coliumo (Romo et al., 1979) y en los estuarios de Maullín y Quenuir (Westermeier, 1980; Westermeier et al., 1984). Estudios como los anteriores pueden permitir aumentos significativos en los volúmenes de recolección de algas marinas.

*Trabajo realizado en el Departamento de Biologia Ambiental y de Poblaciones de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.

**Instituto Profesional de Osorno
Departamento de Acuicultura y Alimentos
Casilla 933
Osorno - Chile

Otra alternativa para lograr un manejo racional de los recursos algológicos es la utilización de sistemas cerrados o semicerrados de cultivo (Neish, 1979). Estos sistemas requieren para su desarrollo una alta tecnología y un conocimiento ecofisiológico avanzado de las especies (Santelices, 1983).

La acción de reguladores de crecimiento sobre macroalgas es controvertido. El efecto directo de compuestos como auxinas giberelinas y kinetinas sobre macroalgas en cultivos no axénicos, no puede ser distinguido de efectos indirectos en los cuales estos compuestos estimulan la producción y/o liberación de compuestos de organismos asociados que actúan sobre el crecimiento de algas (Provasoli y Carlucci, 1974; Buggeln, 1981; Lobban et al.,1985). En principio la fuente de donde provenga la sustancia no es importante, el hecho es que finalmente existe una respuesta de macroalgas a estos compuestos (Buggeln, 1981). Por ello, es interesante estudiar el efecto de reguladores de crecimiento como una alternativa para lograr mejores rendimientos en la cosecha de sistemas cerrados. En este trabajo se estudia el efecto de reguladores de crecimiento en *Gracilaria* sp. Se presentan resultados de dos experimentos: (i) El efecto inmediato de hormonas vegetales agregadas al medio de cultivo directamente y (ii) el efecto retardado, (*a posteriori*) dado por una incubación previa, sobre las tasas de crecimiento de *Gracilaria* sp.

MATERIALES Y METODOS

Los talos de *Gracilaria* sp fueron colectados en la pradera de Isla Santa María en la VIII Región (36° 59'W). En el laboratorio se procedió a separar y lavar en agua corriente ápices de 5 cm de longitud. Estos ápices fueron almacenados en un acuario con agua de mar filtrada a 20 μE $m^{-2}s^{-1}$, 15°C y 12 hrs. luz, por dos días.

Tres reguladores de crecimiento se utilizaron en este trabajo: ácido indolacético (AIA), giberelina (GA-3) y kinetina (KIN) (Tabla I). Soluciones de hormonas se adicionaron al agua de mar enriquecida (medio SWM-3; McLachlan, 1982). En todos los casos se utilizó agua de mar filtrada y se agregó dióxido de germanio para evitar la proliferación de diatomeas (5mg l^{-1}). El sistema experimental consistió en colocar dos ápices por vaso con 50ml de medio de cultivo. Se consideraron tres vasos por tratamiento (réplicas). Luego de cinco días de aclimatación se controló el crecimiento de los ápices midiendo el incremento de la biomasa (peso húmedo) en una balanza Sartorius (± 1mg). Las condiciones experimentales se especifican en la (Tabla II).

TABLA I.- Especificación de los tratamientos usados y de las condiciones experimentales. Exp. 1: Adición directa de hormonas vegetales al medio de cultivo. Exp. 2: Efecto *a posteriori* de hormonas vegetales.

A- Reguladores de crecimiento	Concentraciones	Exp. 1	Exp. 2
Controles	Agua de mar filtrada	*	
	SWM-3	*	*
Acido indolacético (AIA)	5 ppm	*	*
	15 ppm	*	*
	45 ppm	*	*
Kinetina (KIN)	2 ppm	*	
	4 ppm	*	*
Giberelina (GA_3)	4 ppm	*	*
	10 ppm	*	*

El efecto *a posteriori* de reguladores de crecimiento se determinó incubando ápices durante 30 días provenientes de diferentes tratamientos (Exp. 1 y 2; (Tabla I). Posteriormente fueron traspasados a un acuario de 6.5 l con agua de mar (condiciones experimentales Tabla II), con una fuente de aireación continua. El agua de mar se renovó a los 12 días de comenzado el experimen-

TABLA II. Condiciones experimentales de los cultivos

CONDICIONES EXPERIMENTALES	
Temperatura	12 ± 1 °C
Intensidad luminosa	30 ± 35 $\mu E m^{-2} s^{-1}$
Fotoperíodo	12:12 (día:noche)
Salinidad	34-35‰
pH	8.2 - 8.4

to. El crecimiento se controló como fue descrito en el experimento anterior.

Los resultados de crecimiento se expresan como el aumento de biomasa (%) en el tiempo y como la tasa de crecimiento diaria (%). Esta información fue analizada estadísticamente usando un test de ANOVA y el test *a posteriori* de Student-Newman-Keuls (SNK) previa transformación angular de los datos (Sokal y Rohlf, 1979).

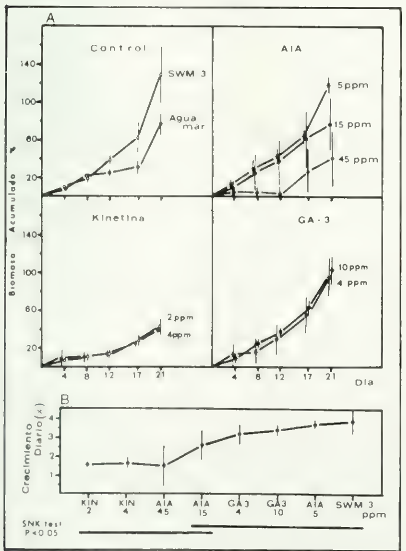


Fig. 1. Efecto de la adición directa de hormonas vegetales sobre el crecimiento de *Gracilaria*. Los tratamientos se especifican en la Tabla I (Experimento 1). (A) Biomasa relativa acumulada ($\bar{X}\% \pm$ D.S.) en los diferentes tratamientos. (B) Crecimiento diario ($\bar{X}\% \pm$ D.S.) en los diferentes tratamientos. Barras horizontales inferiores indican tratamientos que no son estadísticamente diferentes (Test SNK, $P < 0.05$; Sokal y Rohlf, 1979).

RESULTADOS

El efecto directo de reguladores de crecimiento. Las diferentes hormonas (AIA, GA-3 y KIN) causaron efectos diferenciales sobre el crecimiento de ápices de *Gracilaria*. La biomasa acumulada del control (medio SWM-3) alcanzó en promedio a los 21 días de incubación un aumento del 129% (Fig. 1A). El aumento de biomasa alcanzado en los restantes tratamientos no superó el valor obtenido en el control. Biomasas semejantes (no diferentes estadísticamente) se encontraron en los siguientes tratamientos: AIA (5 y 15 ppm) y GA-3 (4 y 10 ppm) (Fig. 1B). Los restantes tratamientos, KIN (en ambas concentraciones usadas) y AIA (45 ppm) inhibieron el crecimiento de *Gracilaria* sp (Fig. 1B; SNK test, $P < 0.05$).

El efecto *a posteriori* de los reguladores de crecimiento muestran un nuevo patrón (Fig. 2A). Los ápices incubados en las concentraciones de AIA presentan un aumento de la biomasa acumulada con respecto al control (Fig. 2A). La adi-

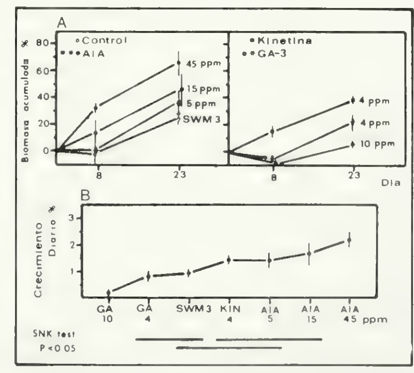


Fig. 2. Efecto de *a posteriori* de la adición de hormonas vegetales sobre el crecimiento de *Gracilaria*. Los tratamientos se especifican en la Tabla I (Experimento 2). (A) Biomasa relativa acumulada ($\bar{X}\% \pm$ D.S.) en los diferentes tratamientos. (B) Crecimiento diario ($\bar{X}\% \pm$ D.S.) en los diferentes tratamientos que no son estadísticamente diferentes (Test SNK, $P < 0.05$, Sokal y Rohlf, 1979).

ción de AIA (15 y 45 ppm) causa aumentos significativos (SNK test, $P < 0.05$) del crecimiento de *Gracilaria* sp (Fig. 2B), siendo la mayor de las concentraciones usadas (45 ppm) la que presentó la mejor respuesta. Tasas de crecimiento interme-

dias (no diferentes del control) se encontraron para los tratamientos de AIA (5 ppm) y KIN (4 ppm) (Fig. 2A, B). El efecto de las giberelinas depende de la concentración usada, ápices incubados a una concentración de 4 ppm de GA-3 no tuvo un efecto neto sobre su crecimiento y una concentración superior (10 ppm) inhibió el crecimiento de *Gracilaria* sp (Fig. 2B, SNK test, $P < 0.05$;.

DISCUSION

Compuestos reguladores de crecimiento de algas son similares o idénticos al de plantas superiores (Lobban et al., 1985). Recientemente Jacobs et al. (1985) encuentra concentraciones de auxinas en *Caulerpa paspoloides* (Chlorophyta) en el rango registrado para angiospermas, pero la controversia de la existencia endógena o exógena de reguladores de crecimiento existe aún (Buggeln, 1976; Jacobs et al., 1985; Lobban et al., 1985). Dado los objetivos de este trabajo el incrementar las tasas de crecimiento de *Gracilaria* con fines productivos, la controversia señalada pierde importancia.

TABLA III.- Resumen de la literatura sobre reguladores de crecimiento como promotores de crecimiento en macroalgas.

REGULADOR	ESPECIES	AUTOR
Auxinas	*Porphyra tenera* (Rhodophyta)	Iwasaki 1965
	Caulerpa racemosa (Chlorophyta)	Mishra y Kelford 1969
	Caulerpa prolifera (Chlorophyta)	Dawes 1971
	Codium fragile (Chlorophyta)	Hanisak 1979
Giberelinas	*Porphyra tenera* Fase Conchocelis (Rhodophyta)	Iwasaki 1965
	Porphyra tenera (Rhodophyta)	Kinoshita y Teramoto 1958
	Enteromorpha prolifera (Chlorophyta)	Jennings 1971
	Ecklonia radiata (Phaeophyta)	Jennings 1971
	Sargassum muticum (Phaeophyta)	Gorham 1977
KINETINA	*Porphyra tenera* Fase Conchocelis (Rhodophyta)	Iwasaki 1965
	Ectocarpus fasciculatus (Phaeophyta)	Pedersen 1968
	Pilayella litoralis (Phaeophyta)	Pedersen 1968

Según: Provasoli y Carlucci, 1974; Buggeln 1981.

Los efectos de AIA, GA y KIN sobre el crecimiento de macroalgas se resume en la Tabla III. Este trabajo muestra que concentraciones altas de reguladores de crecimiento pueden causar efectos negativos sobre el crecimiento de *Gracilaria* y que sólo se obtuvieron respuestas positivas del crecimiento una vez que fueron colocadas en un medio sin reguladores. Se desconocen estudios que dispongan de información comparable.

Los resultados obtenidos en este trabajo sugieren un gran potencial de reguladores de crecimiento para prácticas de cultivo de *Gracilaria* sp en sistemas cerrados. Incubaciones periódicas en medios ricos en auxinas podrían permitir aumentos de la producción de *Gracilaria* sp, sin la necesidad de mantener a las auxinas en forma constante (mayor costo) en los sistemas de cultivo. Determinaciones de los tiempos de incubación, concentraciones e interacciones con otros factores (temperatura, luz, nutrientes, etc.) deberían ser estudiados para lograr así un mayor conocimiento fisiológico relativo al cultivo de *Gracilaria* en sistemas cerrados y semicerrados.

AGRADECIMIENTOS

Es un placer reconocer los estímulos y críticas recibidos durante la realización de este trabajo del Dr. B. Santelices y las sugerencias de P. Arce.

BIBLIOGRAFIA

BLACK, H. and FONCK, E., 1981. On the vegetation dynamics of *Gracilaria* spec. in Playa Changa, Coquimbo, Chile Proc. Int. Seaweed Symp., 10: 223-228.

BUGGELN, R.G., 1976. Auxin, an endogenous regulator of growth in algae. J. Phycol., 12: 355-358

BUGGELN, R.G., 1981. Morphogenesis and growth substances. In: The Biology of Seaweeds (Ed. by C.S Lobban and M.J. Wynne). pp. 627-660. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

DAWES, C.J., 1971. Indole-3-acetic acid in the green algal coenocyte *Caulerpa prolifera* (Chlorophyceae Siphonales). Phycologia, 10: 375-379.

GORHAM, J., 1977. Plant Growth regulators in *Sargassum muticum*. J. Phycol., 13: (suppl): 25.

HANISAK, M.D., 1979. Effect of indole 3 acetic acid on growth *Codium fragile* sub-sp. *tomentosoides* (Chlorophyceae) in culture. J. Phycol., 15: 124-127

IWASAKI, H., 1965. Nutritional studies of the edible seaweed *Porphyra tenera*. I The influence of different B_{12} analogues, plant hormones, purine and pyrimidines on the growth of conchocelis. Pl. Cell. Physiol. Tokyo, 6 325-336

JACOBS W.P., FALKENSTEIN, K. and HAMILTON, R.H., 1985 Nature and amount of auxin in algae. IAA from extracts of *Caulerpa paspaloides* (Siphonales). Plant Physiol., 78: 844-898

JENNINGS, R.C., 1971. Studies on the regulation of algal growth by gibberellin. Aust. J. Biol. Sci., 24: 1115-1124

KINOSHITA, S. and TERRAMOTO, T., 1958. On the efficiency of gibberellin on the growth of *Porphyra* frond. Bull. Jap Soc. Phycol., 6: 85-88

LOBBAN, C.S., HARRISON, P.J. and DUNCAN, M.J., 1985. The Physiological Ecology Seaweeds. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 242 pp

MCLACHLAN, J., 1982. Inorganic nutrition of marine macro algae in culture. In: Synthetic and Degradative Processes in Marine Macrophytes. (Ed. by L.M. Srivastava). pp. 71 98 Walter de Gruyter & Co. Berlin

MISHRA, A.K., and KEFFORD, N.P., 1969. Developmental studies on the coenocytic algae. *Caulerpa sertularioides* J Phycol., 5:103-109

NEISH, I.C., 1979. Principles and perspectives of the cultivation of seaweed in enclosed systems. Actas I Symposium Algas Mar. Chilenas, pp. 59-74.

OLIVARI, R., 1983. Estado en que se encuentra la explotación de algas en Chile. En: Análisis de Pesquerías Chilenas. (Ed. por P. Arana), pp. 23-36. Univ. Católica de Valparaiso, Valparaíso.

PEDERSON, M., 1968. *Ectocarpus fasciculatus*. Marine brown algae requiring kinetin. Nature, 218:716.

PROVASOLI, L. and CARLUCCI, A.F., 1974. Vitamins and growth regulators. In: Algal Physiology and Biochemistry (Ed. by W.D.P. Stewart), pp. 741-787. Blackwell Scientific Publications, Oxford

ROMO, H., ALVEAL, K., y DELLAROSSA, V., 1979. Biología de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en Chile central. Actas I. Symp. Algas Mar. Chilenas, pp. 59-74.

SANTELICES, B., 1983. Algas marinas bentónicas como recursos naturales renovables en Chile. En: Proc. Int. Conference Mar. Resource of the Pacific (Ed. por P Arana), pp. 269-278. Univ. Católica de Valparaíso, Valparaíso.

SANTELICES, B. y FONCK, E., 1979. Ecologia y cultivo de *Gracilaria laemanaeformis*. Actas I. Symp. Algas Mar. Chilenas, pp. 165-200.

SANTELICES, B. and LOPEHANDIA, J., 1981. Chilean seaweed resources: A quantitative review of potential and present utilization. Proc. Int. Seaweed Symp. 10: 725-730.

SANTELICES, B., VASQUEZ, J., OHME, U. and FONCK, E., 1984. Managing wild crops of *Gracilaria* in central Chile. Proc. Int. Seaweed Symp., II: 77-89.

SOKAL y ROHLF, 1979. Biometria. H. Blume Ediciones, España. 832 pp

WESTERMEIER, R., 1980. Explotación de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, en los estuarios de los ríos Maullin y Quenuir, X Región y antecedentes para un manejo racional. Medio Ambiente, 4: 90-94.

WESTERMEIER, R., STEUBING, L., RIVERA, P. y WENZEL, H., 1984. *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en la X Región (Maullin y Quenuir-Provincia Llanquihue) Chile. Asoc. Latinoam. Acuicul. 5:419-430

Gayana, Bot. 45 (1-4):357-364, 1988 ISSN 0016-5301

CICLO REPRODUCTIVO "IN VITRO" DE DOS POBLACIONES DE *GRACILARIA* GREVILLE (RHODOPHYTA, GRACILARIACEAE) DE LENGA, BAHIA SAN VICENTE

REPRODUCTIVE CYCLE OF TWO POPULATIONS OF GRACILARIA *GREVILLE (RHODOPHYTA, GRACILARIACEAE) FROM LENGA, SAN VICENTE BAY, "IN VITRO"*

Arturo I. Candia*

RESUMEN

Gracilaria Greville está representado en la localidad de Lenga por poblaciones que se diferencian en su distribución mareal, tamaño y reproducción de sus talos. Con el propósito de determinar si las diferencias observadas corresponden a especies distintas, se estudió la reproducción "in vitro" de dos poblaciones y la anatomía reproductiva de sus fases. Cultivos unialgales de carpósporas y tetrásporas fueron realizados desde fases reproductivas presentes en el ambiente natural, carposporofito y tetrasporofito de población estuarina y carposporofito de población submareal

En ambas poblaciones se observó: a) una secuencia de fases reproductivas maduras características del ciclo de vida "tipo *Polysiphonia*", este ciclo se observó en aproximadamente 7 meses a 18 °C, b) una germinación "in situ" de tetrásporas y c) una disposición de espermatangios en conceptáculos corticales del talo masculino "tipo textorii", similar al observado en *G. verrucosa sensu* Kim y en *G. chilensis* Bird, McLachlan y Oliveira. Estas evidencias experimentales y los resultados preliminares de cruzamiento interpoblacional demostraron que las poblaciones son una misma especie.

Factores que explicarían la ausencia de talos masculinos y tetraspóricos en la población submareal son discutidos.

ABSTRACT

Gracilaria Greville shows two kinds of populations at Lenga locality, evidenced from differential tidal distribution, size of thallus and reproductive features. One population inhabits in estuarine environments and the other one it is found in subtidal environments. In order to elucidate if those different populations correspond to distinct species, "in vitro" reproduction and reproductive anatomy of phases were studied. Unialgal cultures of carpospores and tetraspores, coming from carposporophyte and tetrasporophyte collected in the estuarine population were developed. From subtidal population, in which only carposporophyte phases is found, only carpospores cultures were carried out.

In the two populations were observed similar features: a) a reproductive phases sequence "*Polysiphonia* type", that at 18 °C is completed in about 7 months, b) "in situ" germination of tetraspores (in the same thallus) and c) a spermatangial distribution in cortical conceptacles of male gametophyte "*textorii*-type" that is similar to *G. verrucosa sensu* Kim and to *G. chilensis* Bird, McLachlan and Oliveira.' Experimental evidence obtained in this work, and preliminar mating experience between both populations, demonstrate that they correspond to same species. Posible factors explaining the absence of male and tetrasporophyte plants in subtidal populations are discussed.

KEYWORDS: *Gracilaria*, populations, spores, reproductive phase, life cycle, *G. chilensis*.

*Area de Biología y Tecnología del Mar, P. Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano, Casilla 127, Talcahuano, Chile

INTRODUCCION

Las especies de *Gracilaria* Greville presentan generalmente una historia de vida del tipo "*Polysiphonia*" de tres generaciones, carposporofito, tetrasporofito y gametofito, las dos últimas independientes y morfológicamente iguales (Kim, 1970; Ogata et al., 1972; McLachlan y Edelstein, 1977, West y Hommersand, 1981).

La reproducción de *Gracilaria*, presente en el litoral chileno, ha sido escasamente estudiada. Observaciones realizadas en poblaciones naturales han demostrado que el patrón reproductivo típico se presenta en poblaciones intermareales o estuarinas, generalmente creciendo en sustrato rocoso, en tanto que poblaciones submareales que se desarrollan en sustratos arenosos-fangosos, pueden presentar sólo fase tetrasporofito o gametofito y carposporofito (Kim, 1970; Dellarossa, 1974; Romo et al., 1979; Romo y Alveal, 1979). Kim y Candia (1977) demostraron, en cultivos de laboratorio, que talos de *Gracilaria* de Isla Santa María (37° 03' S; 73° 30' W) y de Río Tubul (37° 13' S; 73° 27' W), tienen un ciclo reproductivo tipo "*Polysiphonia*" y que la madurez de las estructuras reproductivas de las diferentes fases están determinadas por la temperatura.

En la localidad de Lenga, Bahía San Vicente, existen poblaciones de *Gracilaria* que se diferencian en distribución mareal, morfología, tamaño y pigmentación. Dos de estas poblaciones ubicadas en el estero Lenga, y en ambiente submareal, tienen un comportamiento reproductivo diferente en relación a la presencia de sus fases en el ambiente natural.

El trabajo tiene como objetivos caracterizar "in vitro" el ciclo reproductivo de ambas poblaciones y describir la anatomía reproductiva de sus fases. Esta información permitirá determinar si las diferencias morfológicas y reproductivas observadas corresponden a más de una especie en la localidad de Lenga.

MATERIALES Y METODOS

Talos fértiles de *Gracilaria* fueron recolectados en mayo, agosto y noviembre de 1979 y enero, junio y octubre de 1982 en la localidad de Lenga. Talos con tetrasporangios y cistocarpos fueron recolectados en el estero Lenga (36° 45' 50" S; 73° 10' 18" W) y talos cistocárpicos se recolectaron, mediante buceo autónomo, en pradera submareal (36° 45' 45" S; 73° 10' 10" W).

Los talos se transportaron al laboratorio en bolsas de polietileno con agua de mar. En laboratorio, trozos de talos con cistocarpos y tetrasporangios fueron limpiados en agua de mar filtrada con Millipore 0,45 μm y luego se secaron en papel absorvente por pocos segundos. Posteriormente se instalaron en cápsulas Petri (100 x 20 mm) con agua de mar filtrada. Para cada fase, tanto de población estuarina como de población submareal, se instalaron dos cápsulas con cistocarpos o trozos con tetrasporangios de 10 talos diferentes.

Observada la liberación de carpósporas y tetrásporas en cada cápsula se iniciaron cultivos unialgales, instalando alícuotas de cultivos "stocks" de carpósporas y tetrásporas en cápsulas con solución enriquecida Provasoli (Provasoli 1968). Las condiciones de cultivos fueron: 10 ± 1 °C y 18 ± 2 °C, en ambas temperaturas el fotoperíodo fue de 16 horas luz y una densidad de flujo fotónico de 14 a 16 $\mu E\ m^{-2}\ s^{-1}$, proporcionada por tubos fluorescentes "daylight" de 20 watts. El medio de cultivo se renovó semanalmente. Talos de 2 a 4 mm de tamaño fueron podados del disco y se instalaron en frascos de 100 x 75 mm conteniendo 200 ml de medio, el que se renovó cada dos semanas.

Se realizaron estudios anatómicos y reproductivos de talos gametofíticos masculinos, cistocárpicos y tetrasporofíticos de ambas poblaciones, observando al microscopio preparaciones semipermanentes de cortes histológicos realizados a mano alzada o con micrótomo de congelación. Las preparaciones se hicieron en "Karosyrup" al 60%. Las estructuras reproductivas de cada fase fueron fotomicrografiadas.

RESULTADOS

Los talos de fase tetrasporofito y gametofito masculino y femenino con cistocarpos de población estuarina tienen una morfología similar a los talos gametofíticos con cistocarpos de población submareal, existiendo marcadas diferencias en el tamaño de los talos y su ramificación (Figs. 1 y 2). La población natural del estero Lenga presentó talos masculinos, femeninos con cistocarpos y tetrasporofíticos maduros en todas las estaciones del año. En población submareal se observó sólo

la fase gametofito femenino con cistocarpos maduros durante todo el año.

Las carpósporas germinan entre 2 a 22 horas después de liberadas y estar en contacto con el sustrato. La primera división origina 2 células no siempre del mismo tamaño, posteriormente ocurren divisiones perpendiculares a la primera, formando 4 a 6 células de distinto tamaño (Fig. 3). Sucesivas divisiones periclinales y anticlinales de estas células van a dar origen a un disco adherente multiestromático, las células centrales de este disco forman una prominencia, que se observa entre 1 a 2 semanas de cultivo a 18 °C y va a constituir un talo multiaxial (Fig. 4). A 10 y 18 °C la formación del talo erguido ocurre en menor tiempo en desarrollo de carpósporas provenientes de poblaciones estuarinas. Las carpósporas de talos cistocárpicos de ambas poblaciones estudiadas presentan un patrón de germinación similar en ambas temperaturas.

Talos tetrasporofíticos maduros de 1 a 4 cm de tamaño se observan después de 14 a 24 semanas en población estuarina y de 20 a 35 semanas en población submareal a 18 °C. La germinación de tetrásporas es similar al de carpósporas; a 18 °C la implantación y desarrollo del disco y talo erguido ocurre en una semana, en población estuarina. Del desarrollo de tetrásporas en ambas poblaciones se obtiene un talo erguido gametofítico morfológicamente similar al talo tetrasporofítico. A 18 °C el talo gametofítico de 0,8 a 4 cm forma cistocarpos y espermatangios maduros entre 12 y 22 semanas de cultivo.

Las tetrásporas obtenidas de fase tetrasporofito de población natural, son liberadas en el medio entre 1 a 24 horas de iniciado el cultivo a 18 °C y de 2 a 50 horas a 10 °C. La germinación de estas células es similar a la observada en carpósporas y en tetrásporas de cultivo, existiendo diferencias en la secuencia y orden de los clivajes de las células que se van originando.

Los talos gametofíticos masculinos y cistocárpicos maduros desarrollados de tetrásporas se obtuvieron después de 12 a 30 semanas de iniciados los cultivos a 18 °C. En este período no se observó talos maduros a 10 °C.

Los períodos de obtención de talos reproductivos maduros (tetrasporofito, gametofito masculino o carposporofito) dados anteriormente, son factibles de ser modificados al cambiar de condiciones de cultivos. Por lo general los talos cultivados inicialmente a 10 °C no formaron estructuras reproductivas maduras mientras fueron mantenidos en esas condiciones, pero al instalarlos a 18 °C estos talos mostraron madurez reproductiva en 3 a 8 semanas. Una situación similar ocurrió en los cultivos a 18 °C con talos inmaduros, al llevarlos a condiciones de 10 °C formaron estructuras reproductivas maduras después de 5 semanas.

La secuencia reproductiva de los cultivos de *Gracilaria* de población estuarina y submareal, iniciada desde carpósporas o desde tetrásporas, fue obtenida 2 veces consecutivas (carposporofito, tetrasporofito y gametofito) a 18 °C, sin observarse alteraciones al patrón reproductivo. Germinación "in situ" de tetrásporas fue observada en talos tetrasporofíticos, posteriormente los talos desarrollados de esta forma presentaron espermatangios y cistocarpos maduros.

Estudios anatómico-reproductivos realizados en las diferentes fases de ambas poblaciones se resumen en la tabla I. El tamaño de los talos corresponden al promedio de 60 talos gametofíticos masculinos, femeninos y tetrasporofíticos de población estuarina y de talos femeninos de población submareal. De igual forma son obtenidos los promedios de tamaños de células corticales y medulares.

En corte transversal el talo cilíndrico generalmente presenta un diámetro de 0,7 a 3 mm con una corteza de 1 a 2 células ovadas, a veces 3, una subcorteza de células isodiamétricas y una médula de células esféricas a globosas, en un número de 6 a 12.

Los talos tetrasporofíticos forman a partir de células corticales los tetrasporangios cruciados, a veces seudotetraédricos (Fig. 5). La forma ovada a esférica, el clivaje y la disposición de los tetrasporangios son similares en los talos tetrasporofíticos de ambas poblaciones, existiendo diferencias en el tamaño (Tabla I).

TABLA I Comparación anatómico-reproductiva de fases de población estuarina y submareal de *Gracilaria*.

	POBLACION	
Características	Estuarina	Submareal
Tamaño (cm)	10 - 90	40 - 280
Forma del talo	Cilíndrico	Cilíndrico
Médula (µm)	45-290 x 24-166	85-174 x 76-195
Corteza (µm)	9-15 x 3-7	9-13 x 3-9
Fase Tetrasporofito		
Tetrasporangio (µm)	36-48 x 27-36	41-51 x 30-33
Diámetro Tetrásporas (µm)	28 - 35 26 - 37*	27 - 33
Tipo de clivaje	Cruciado	Cruciado
Gametofito Masculino		
Disposición espermatangio	"textorii"	"textorii"
Profundidad conceptáculo (µm)	22 - 35	22 - 28
Diámetro conceptáculo (µm)	15 - 30	18 - 29
Carposporofito		
Pericarpo (N° células)	6 - 15	5 - 16
Diámetro de carpósporas (µm)	30 - 38 28 - 39*	26 - 40 24 - 42*

*Esporas obtenidas de talos de población natural
Los valores de las características dadas en fase tetrasporofito, gametofito masculino y carposporofito son promedios de 30 talos obtenidos en cultivo.

Los talos masculinos de población estuarina y los obtenidos en cultivos de las 2 poblaciones presentan espermatangios en la base de un conceptáculo espermatangial ubicado en la corteza del talo. Esta disposición de los espermatangios es similar la observada en otras especies de *Gracilaria* descritas en la literatura y se le conoce como "tipo-textorii" (Figs. 6 y 7).

Los talos de la fase gametofito femenino, de población natural y de cultivo, presentan una rama carpogonial de tres células ubicadas en la corteza. La formación de ella y los cambios post-fertilización que suceden hasta originar los carposporangios están siendo estudiados.

La fase carposporofito está representada en *Gracilaria* por un cuerpo globoso a semiesférico rostrado, que sobresale del talo gametofítico femenino y se le denomina cistocarpo. En estado maduro presenta un ostíolo que permite la salida de las carpósporas. En corte transversal se observa un pericarpo, células del gonimoblasto que originan los filamentos carposporangiales y desde el ápice de cada filamento se forman de manera secuencial las carpósporas (Figs. 8 y 9).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En ambiente natural las poblaciones estuarianas de *Gracilaria* presentan simultáneamente las fases gametofito masculino, carposporofito y tetrasporofito maduras, con carpósporas y tetrásporas viables en las 4 estaciones de un ciclo anual. En la población submareal sólo se observó la fase gametofito femenino con cistocarpos maduros y carpósporas viables durante todo el año. La variación en el comportamiento reproductivo de poblaciones de *Gracilaria* de ambiente estuarino y submareal, observada también en el intermareal y submareal de otras localidades (Bahía Concepción y Bahía Coliumo), han sido

explicadas considerando las fluctuaciones de parámetros abióticos, principalmente la temperatura y el sustrato. La temperatura en el intermareal fluctúa de acuerdo a períodos de alta y baja marea y puede alcanzar valores que permiten la madurez de las estructuras reproductivas; el sustrato, generalmente rocoso, es estable para permitir la colonización de esporas. En ambiente submareal ocurre lo contrario, la temperatura es uniforme y el sustrato arena es altamente inestable para permitir una colonización de esporas (Kim, 1970; Dellarossa, 1974; Romo et al., 1979; Alveal, 1986).

La germinación de carpósporas y tetrásporas de talos reproductivos de ambas poblaciones estudiadas presenta el patrón "discal mediato" descrito por Inoh (1947) para la familia Gracilariaceae. Ambos tipos de esporas tienen una germinación y desarrollo similar al descrito para *G. corticata* por Oza (1975), se observaron diferencias en la secuencia y el orden de las divisiones que ocurren a partir de las células resultantes de los primeros clivajes, esto es más notorio en tetrásporas en ambas poblaciones. El desarrollo de ambas esporas va a dar origen a un disco multiestromático, a partir del cual se van a formar talos erguidos.

Los resultados de cultivo demostraron que la población estuarina y submareal de *Gracilaria* presenta un ciclo reproductivo de tres generaciones "tipo-*Polysiphonia*", con fase gametofito independiente y morfológicamente igual a la fase tetrasporofito. Este patrón reproductivo, que ha sido observado en la mayoría de las especies de *Gracilaria*, concuerda con lo encontrado en población natural del estero de Lenga.

El ciclo reproductivo de población submareal obtenido en cultivos, refleja la viabilidad de las fases reproductivas de esta población, la no observación de talos masculinos y tetraspóricos en ambiente natural puede ser consecuencia de: a) un muestreo poco intensivo en la pradera, Dellarossa (1974) observó una baja proporción de talos tetrasporofíticos en relación a los talos cistocárpicos y no fueron frecuentes en los muestreos sistemáticos realizados durante un ciclo anual, b) viabilidad escasa o nula de las carpósporas en el sustrato arena, dado la inestabilidad del sustrato por frecuentes desplazamientos de arena producidos por corrientes, c) condiciones abióticas como temperatura, iluminación y salinidad, relativamente uniformes. En laboratorio estos factores permanecieron constantes y se observó madurez de fases reproductivas a 18 °C, no así a 10 °C; cambios de condiciones, principalmente temperatura, permitieron la madurez de las fases. De acuerdo a estos resultados es posible que los talos masculinos y tetraspóricos estén inmaduros en ambiente natural (con temperatura promedio de 13 °C) y que fluctuaciones de parámetros abióticos provocan la madurez de las estructuras reproductivas en estos talos. En la población del estero de Lenga, que presenta las tres fases maduras, las condiciones abióticas cambian con las mareas cada seis horas en un período de 24 horas.

La ausencia de talos masculinos y tetraspóricos y la constante presencia de talos gametofíticos femeninos con cistocarpos maduros en población submareal, puede ser explicada también por la ocurrencia de desarrollo apomíctico del tejido reproductivo. Este desarrollo sería facultativo al observarse en cultivos, talos masculinos viables. La carpóspora de esta población, como sea su origen, es funcional al colonizar un sustrato estable. La permanencia de la pradera submareal en el tiempo y en el espacio ocurre mediante propagación vegetativa (Dellarossa, 1974; Romo, 1986).

El desarrollo de talos masculinos y femeninos sobre el talo tetrasporofítico, observado en cultivos, es consecuencia de la germinación "in situ" de las tetrásporas; este desarrollo se vio favorecido al mantener los cultivos "estáticos", sin agitación. En *Gracilaria* se ha observado con frecuencia la formación en el talo tetrasporofítico de talos masculinos y femeninos maduros, los mecanismos que explicarían este fenómeno han sido dados por Kim (1970), Van der Meer (1977), Van der Meer y Todd (1977), Van der Meer (1981), y se relacionan con germinación "in situ" de tetrásporas, no ocurrencia de citoquinesis en la producción de tetrásporas y por recombinación genética.

Los estudios anatómico-reproductivos del talo masculino de población submareal y del estero Lenga mostraron una disposición de espermatangios en el conceptáculo "tipo Textorii", similar al descrito para *G. chilensis* Bird, McLachlan y Oliveira (Bird et al., 1986). De acuerdo a este carácter, disposición de espermatangios, el material determinado como *G. verrucosa* (Huds.) Papenfuss de Isla Santa María y río Tubul, (Kim y Candia, 1977) y el de poblaciones del estero Lenga y submareal corresponderían a la especie *G. chilensis*.

Los resultados de cultivos y de experiencia preliminares sobre cruzamientos interpoblacionales, indican que las dos poblaciones son una misma especie. Las diferencias observadas en morfología, tamaño y reproducción serían respuestas adaptativas (ecotipos), como resultado de la interacción de las plantas con el medio ambiente en que se desarrolla cada población.

AGRADECIMIENTOS

Investigación financiada parcialmente por la División de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Proyecto DIUC 99/80. Agradezco al Profesor J. Morillas A. por su colaboración y asistencia en fotomicrografía.

BIBLIOGRAFIA

ALVEAL, K. 1986. Fragilidad y estrategia de perduración de *Gracilaria*. Estud. Oceanol., 5 (1): 27-58.

BIRD, C.J., MCLACHLAN J. and OLIVEIRA de E.C. 1986. *Gracilaria chilensis* sp. nov. (Rhodophyta, Gigartinales), from Pacific South America. Can. J. Bot., 64: 2928-2934.

DELLAROSSA, V. 1974. Estudios ecológicos sobre *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, en Bahía San Vicente y Bahía Dichato, Chile. Tesis Univ. de Concepción, 108 pp.

INOH, S. 1947. Kaiso no hassei (Development of marine algae). 255 p., Hokuryukan, Tokyo.

KIM, D.H. 1970. Economically important seaweeds, in Chile I *Gracilaria*. Bot. Mar. 13: 140-162.

KIM, D.H. y CANDIA A. 1977. Una nota sobre el cultivo unialgal de *Gracilaria* procedente de la Isla Santa María y Río Tubul, provincia de Arauco, Chile. Bol. Soc. Biol. de Concepción, 51: 107-112.

MCLACHLAN, J. and EDELSTEIN T. 1977. Life-history and culture of *Gracilaria foliifera* (Rhodophyta) from South Devon. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 57: 577-586.

OGATA, E., MATSUI T. and NAKAMURA H. 1972. The life cycle of *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyta, Gigartinales) in vitro. Phycologia, 11: 75-80.

OZA, R.M. 1975. Studies on Indian *Gracilaria* I. Carpospore and tetraspore germination and early stages of development in *Gracilaria corticata* J. Ag. Bot. Mar., 18: 199 201.

PROVASOLI, L. 1968. Media and prospects for the cultivation of marine algae. In: Watanabe, A. and A. Hattori (eds.), Cultures and collections of algae. Proc. U.S. Japan Conf. Hakone, Sept. 1966. Jap. Soc. Plant Physiol., pp. 63-75.

ROMO, H. y ALVEAL K. 1979. Estudios poblacionales en la pradera de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss de Isla de los Reyes. Bahía de Concepción. Cienc. y Tecnol. del Mar. CONA, 4: 15-26

ROMO, H., ALVEAL K. y DELLAROSSA V. 1979. Biología de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en Chile Central. En Actas I Symp. Algas Mar. Chilenas. Ed. por B. Santelices. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile, pp. 155-163.

ROMO, H. 1986. Análisis de la información existente sobre la biología y ecología de *Gracilaria* en Chile. En Alveal, K., Candia A., Inostroza I., Pizarro A., Poblete A. y Romo H. (eds.), Mem. Sem. Tall. Manejo y Cultivo de *Gracilaria*, pp. 12-32.

VAN DER MEER, J. 1977. Genetics of *Gracilaria* sp. (Rhodophyceae, Gigartinales) II. The life-history and genetic implication of cytokinetic failure during tetraspore formation. Phycologia, 16: 367-371.

VAN DER MEER, J. and TODD E.R. 1977. Genetic of *Gracilaria* sp. IV. Mitotic recombination and its relationship to mixed phase in the life-history. Can. J. Bot., 55: 2810-2817.

VAN DER MEER, J. 1981. Genetics of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyceae). VII. Further observation on mitotic recombination and the construction of polyploids. Can. J. Bot. 59: 787-792.

WEST, J.A. and HOMMERSAND M. 1981. Rhodophyta: Life histories. In Lobban, C.S. and M. Wynne (eds.) The biology of seaweeds. Bot. Monogr. 17, pp. 133-193.

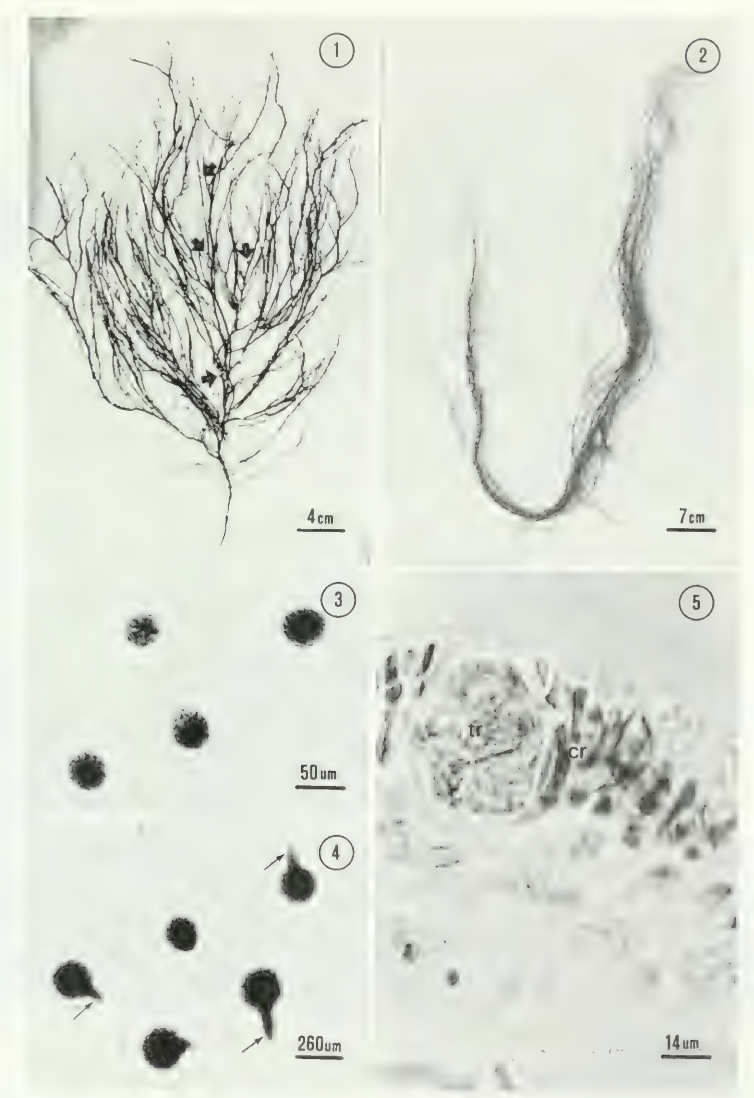


Fig. 1. Hábitos de talo gametofítico femenino con cistocarpos (flechas) de población estuarina. Fig. 2. Talo gametofítico femenino de población submareal. Fig. 3. Desarrollo de carpósporas de población submareal. Fig. 4. Talo erguido tetrasporofítico (flechas), desarrollado desde disco adherente. Fig. 5. Corte transversal de talo tetrasporofítico de población submareal, obtenido en cultivos a 18 °C, mostrando un tetrasporangio seudotetraédrico (tr), desarrollado en la corteza (cr)

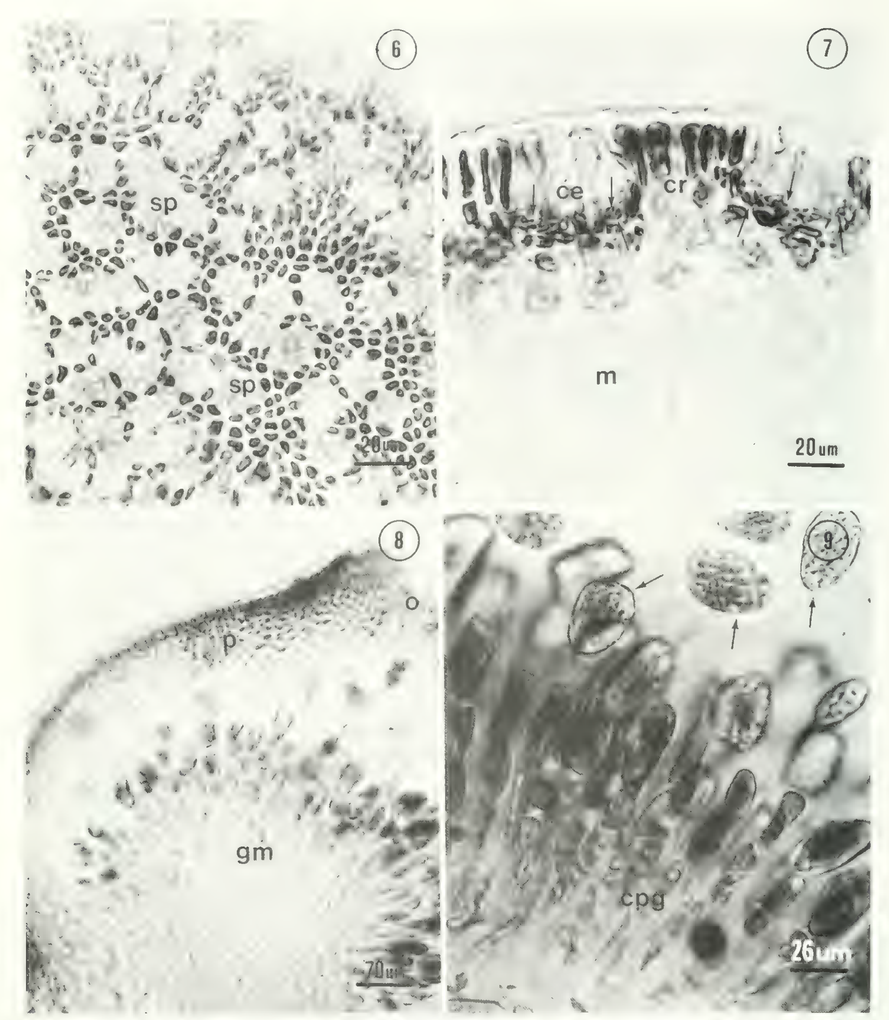


Fig. 6. Vista superficial de talo gametofítico masculino de población submareal, se observan los espermatangios (sp) en las zonas más claras. Fig. 7. Corte transversal de talo masculino, se observa el conceptáculo espermatangial (ce), espermatangios (flechas), corteza (cr) y células medulares (m). Fig. 8. Corte longitudinal de cistocarpo, mostrando pericarpo (p), ostiolo (o) y gonimoblasto (gm). Fig. 9. Vista aumentada de una parte del cistocarpo, se observan los filamentos carposporangiales (cpg) y formación de carpósporas (flechas)

Gayana, Bot. 45 (1-4):365-369, 1988 ISSN 0016-5301

RESISTENCIA DE FRONDAS DE ALGAS RHODOPHYTA A PROCESOS DE TRACCION*

RESISTANCE OF RHODOPHYTA ALGAE FRONDS TO TENSIL STRENGTH

José Miguel Donoso**
Krisler Alveal**

RESUMEN

Se analiza la resistencia a la tracción de frondas de varias especies algales como una característica biomecánica importantemente relacionada a sus ambientes de vida. Las especies consideradas en el estudio son *Iridaea ciliata* Kutz., *I. laminarioides* Bory, *Gigartina papillata* (C. Ag.) J. Ag., *G. chamissoi* (C. Ag.) J. Ag. y *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss. Se considera en estos tratamientos frondas de diferentes fases reproductivas, y en el caso de *Gracilaria*, procedencia de ambientes con salinidades diferentes, así como talos que han estado enterrados o emergidos en el sustrato arenoso o fangoso.

Los resultados obtenidos señalan: i) similares resistencias a la tracción entre las especies de *Gigartina* y diferencias significativas de resistencia a la tracción entre las especies analizadas del género *Iridaea*, siendo más resistente *I. laminarioides* que *I. ciliata*; ii) diferencias significativas de resistencia a la tracción entre estados reproductivos, manifestándose mayor resistencia de las frondas cistocárpicas sobre las infértiles en *G. chamissoi* y mayor resistencia de las frondas infértiles sobre las cistocárpicas en *I. laminarioides*, dadas probablemente por su estrategia de generación de papilas; y iii) en *Gracilaria*, una mayor resistencia de los talos provenientes de estaciones con menor salinidad y los emergidos del sustrato arenoso.

ABSTRACT

The tensil strength of thalli of several species of Rhodophyta, *i.e.*, *Iridaea ciliata* Kutz., *I. laminarioides* Bory, *Gigartina papillata* (C. Ag.) J. Ag., *G. chamissoii* (C. Ag.) J. Ag. and *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss was analized. The measurements were done in plants belonging to different phases of its life histories and, in the case of *Gracilaria*, thalli from sites with different salinity regimes as well as thalli that had been buried in or emerged out soft bottom.

The following results were found: i) the tensil strength was similar in both species of *Gigartina* whereas there was a significative difference between both species of *Iridaea*, being *I. laminarioides* more resistant than *I. ciliata*; ii) cystocarpic plants of *G. chamissoi* were more resistant than sterile plants and contrarily sterile plants of *I. laminarioides* were more resistant than cystocarpic. This opposite behaviour could be due to differences in the development of cystocarps in both species, and iii) in *Gracilaria* the thalli more resistant to tensil strength were those from sites with low levels of salinity, as well as those that emerged out of the soft bottom.

KEYWORDS: Rhodophyta, tensil strength, reproductive phases.

*Proyecto D.I. 20.37.13
Universidad de Concepción.
** Departamento de Oceanología
Universidad de Concepción
Casilla 2407 Apartado 10
Concepción - Chile

INTRODUCCION

La presencia de especies algales en diferentes condiciones ambientales, especialmente en sectores influidos por oleaje o corrientes fuertes, está determinada por condiciones fisiológicas como resistencia de los sistemas de fijación al sustrato, flexibilidad y naturalmente firmeza de las frondas para soportar el embate del mar (Neushul, 1973; Dayton, 1975; Littler y Littler, 1980). Las variadas condiciones físicas especialmente relacionadas con diferentes grados de exposición al oleaje, son determinantes en la composición de especies y patrones de abundancia de asociaciones algales en diferentes ambientes intermareales. Katada y Satomi (1975) concluyen que existe íntima relación entre las formas externas y funciones metabólicas internas en las algas, la cual le permite persistir bajo condiciones ambientales particulares.

Este estudio tiende a determinar las condiciones de resistencia de frondas de algas Rhodophyta de las especies *Iridaea laminarioides*, *I. ciliata*, *Gigartina papillata*, *G. chamissoi* y *Gracilaria verrucosa*, midiendo su resistencia a la ruptura, a fin de establecer diferencias entre especies de un mismo género y diferencias entre estados sexuales de una misma especie. En el caso de *Gracilaria* el estudio tiende a establecer resistencias entre las partes subterráneas y emergidas del sustrato, así como entre plantas procedentes de ambientes de diferentes salinidades. Se considera entonces la resistencia de las frondas a la ruptura como una característica biomecánica de importancia, examinada desde una perspectiva hidrodinámica y ambiental.

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron 5 especies pertenecientes a 3 géneros de Rhodophyta, Gigartinales, ya mencionadas y presentes en el litoral de la Octava Región. Los ejemplares recolectados fueron guardados en refrigerador (10 °C) durante 24 horas.

Para medir la resistencia de las frondas a procesos de tracción se diseñó un sistema de pinzas para sostener las frondas por ambos extremos (Fig. 1), una de las pinzas fue fijada a un dinamómetro (Fig. 2), traccionando en forma suave y constante hasta lograr la ruptura de la fronda, anotando los valores correspondientes y el número de ensayos para cada especie (ver Tabla I). Las

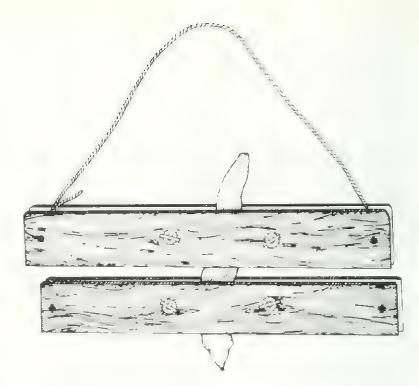


Fig. 1. Sistema de Pinzas

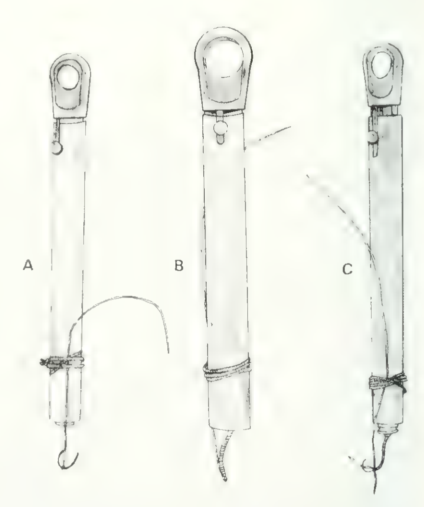


Fig. 2. Dinamómetros: A = 10, Newton B = 50, Newton C = 20 Newton

mediciones fueron estandarizadas dividiendo los valores de fuerza por el ancho medio de la fronda. En el caso de *Iridaea ciliata* se cortaron trozos de láminas de 5 cm de ancho.

Con estos datos se obtuvieron los promedios y varianzas para finalmente aplicar los correspondientes test estadísticos ("t de Student" y "U" de Mann-Whitney) con un 95% de confiabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en las frondas de *Gigartina papillata* y *G. chamissoi* indican una clara similitud en la resistencia a la tracción (Tabla I, Fig. 3), ya que ambas especies habitan comúnmente en el intermareal de playas rocosas semiprotegidas (Dawson *et al.* 1964; Abbot *et al.*, 1976). Sin embargo, en *G. chamissoi* se logró valores promedios levemente más altos en relación a las plantas cistocárpicas (Tabla I, Fig. 4), esta diferencia podría ser atribuida al aumento de nú-

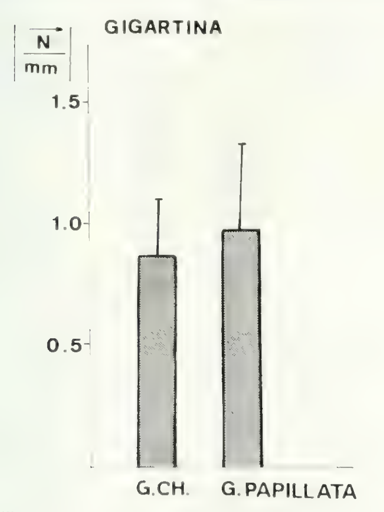


Fig. 3. Resistencia a la tracción de *G. chamissoi* y *G. papillata.*

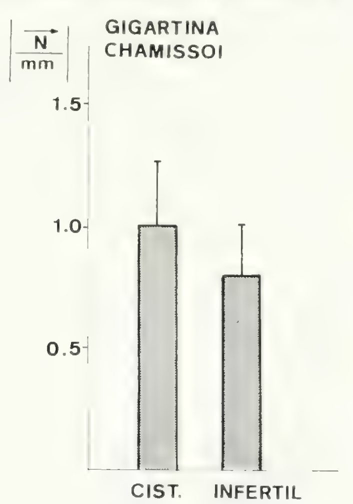


Fig. 4. Resistencia a la tracción de las fases reproductivas de *G. chamissoi.*

TABLA I Resultado de los Experimentos de resistencia de frondas de algas a procesos de tracción

ESPECIE	EST. REPRODUCTIVO	N	$\overline{X}$	S^2
G. papillata		25	0.973	0.355
G. chamissoi		50	0.865	0.220
G. chamissoi	cistocárpico	25	1.005	0.257
G. chamissoi	infértil	25	0.803	0.205
I. ciliata		25	0.627	0.015
I. laminarioides		50	0.751	0.077
I. laminarioides	cistocárpico	25	0.668	0.061
I. laminarioides	infértil	25	0.834	0.082

Gracilaria verrucosa

	N	$\overline{X}$	S^2
Subterránea	*20*	*1.142*	*0.128*
Emergida	*20*	*1.434*	*0.155*
Mayor salinidad (28‰)	*20*	*1.181*	*0.147*
Menor salinidad (11‰)	*20*	*1.396*	*0.156*

N : *Número de ejemplares utilizados*
$\overline{X}$: *Promedio expresado en Newton/mm*
S^2 : *Varianza expresada en Newton/mm*

mero de células de la corteza, lo que ocurre durante el proceso de formación de cistocarpos, incremento celular que permitiría una mayor compactación de la fronda y, por lo tanto, una mayor resistencia a procesos de tracción.

En las frondas de *Iridaea laminarioides e I. ciliata* se observó una leve diferencia en favor de la primera especie en los valores de resistencia a la tracción (Tabla I, Fig. 5), lo cual es atribuible a la diferencia de las estructuras externas e internas

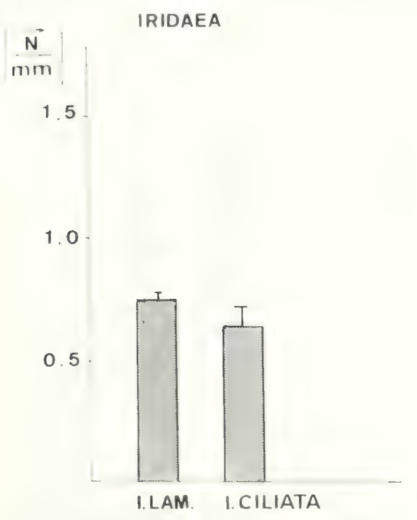


Fig. 5. Resistencia a la tracción de *I. laminarioides* e *I. ciliata*.

de ambas especies, derivada posiblemente por su posición. *I. laminarioides* se ubica generalmente en el intermareal en costas abiertas y expuestas al embate del mar (Alveal, 1970; Etcheverry *et al.*, 1981; Westermeier y Rivera, 1986; Santelices, 1987), mientras que *I. ciliata* se ubica preferentemente en el submareal en niveles sin exposición al oleaje (Alveal, 1971).

En *I. laminarioides*, a lá vez, se obtuvieron leves diferencias de resistencia a la tracción entre ejemplares cistocárpicos e infértiles, siendo mayor en estos últimos (Fig. 6). Esto podría estar asociado a la generación de cistocarpos, los cuales se encuentran profundamente embebidos en el centro de la corteza y distribuidos a lo largo de la superficie de la fronda (Etcheverry *et al.*, 1981). Este hecho, pese a causar un incremento en el número de células, crea una discontinuidad en el tejido, hecho suficientemente importante como para influir en los resultados conseguidos.

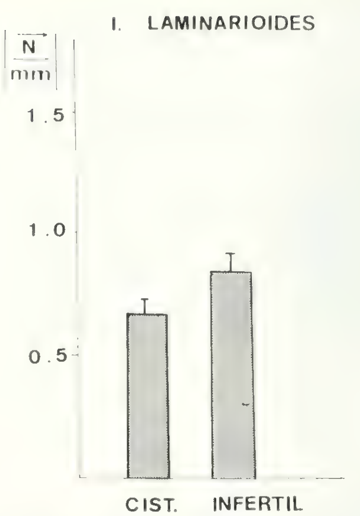


Fig. 6. Resistencia a la tracción de las fases reproductivas de *I. laminarioides*.



Fig. 7. Resistencia a la tracción de talos de *Gracilaria* provenientes de sectores con diferentes salinidades (28 y 11‰).

Las diferencias en resistencia a la tracción (Tabla I) entre las porciones subterráneas y emergidas del sustrato de *G. verrucosa* (Fig. 7) pueden deberse al debilitamiento que se produce en los talos enterrados, por la mínima fijación de carbono y la fácil degradación de biliproteínas (Israel, 1982). Con respecto a la resistencia de *Gracilaria*, ubicada en estaciones de diferente salinidad se aprecia una leve superioridad en las ubicadas en sectores con menor salinidad, que además se correlacionan con una mayor temperatura (Fig. 8 y Tabla I).

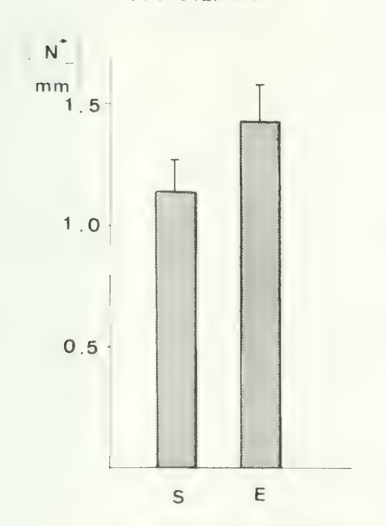


Fig. 8. Resistencia a la tracción de talos de *Gracilaria* emergidos y enterrados en sustrato blando

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo para efectuar esta publicación.

BIBLIOGRAFIA

ABBOTT, I.A. and HOLLENBERG, G.J. 1976. Marine Algae of California. Stanford University Press, Stanford, California. 827 pp

ALVEAL, K., 1970. Estudios ficoecológicos en la región costera de Valparaíso. Rev. Biol. Mar. 14(1): 7-88

ALVEAL, K., 1971. El ambiente costero de Montemar y su expresión biológica. Rev. Biol. Mar. 14(3): 85-119.

DAWSON, E.Y., ACLETO C. and FOLDVIK N. 1964. The seaweeds of Peru. Nova Hedwigia Beih., 13: 1-111, 80 pp.

DAYTON, P.K., 1975. Experimental evaluation of ecological dominance in a rocky intertidal algal community Ecol. Monogr. 45: 137-59.

ETCHEVERRY, H., COLLANTES, G. and RIOS, V. 1981. Taxonomic and Biological studies on species of *Iridaea* Bory in Central Chile. Proc. Int. Seaweed Symp. 10: 163-173.

ISRAEL, A., 1982. Detección de Sobrevivencia y Recuperación de talos subterráneos de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss (Rhodophyta, Gigartinales); mediante estimación de Productividad Primaria (Método C-14). Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción. 47 pp.

KATADA, M., and SATOMI, M. 1975. Ecology of marine algae *In*: Advance of Phycology in Japan. J. Tokida and H. Hirose (Eds.). 355 pp.: 211-239

LITTLER, M.M. and LITTLER, D.S. 1980. The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory tests of a functional form model. Am. Nat. 116: 25-44.

NEUSHUL, M., 1973. Functional interpretation of benthic marine algal morphology. *In*: Contributions to the systematics of Benthic marine algae of the North Pacific. Abbott, I.A. and Kurogi, M. (Eds.) 47-71 pp.

SANTELICES, B. and NORAMBUENA, R. 1987. A harvesting strategy for *Iridaea laminarioides* in Central Chile. Hydrobiologia 151-152: 329 333

WESTERMEIER, R., RIVERA, P., CHACANA M. and GOMEZ, I., 1987. Biological bases for management of *Iridaea laminarioides* Bory in southern Chile. Hydrobiologia 151-152.

Gayana, Bot. 45 (1-4):371-378, 1988 ISSN 0016-5301

ESTRUCTURAS CRIBADAS EN ALGUNAS ALGAS PARDAS CHILENAS*

SIEVE ELEMENTS IN SOME CHILEAN BROWN ALGAE

Mario Núñez O.**
Krisler Alveal V.**

RESUMEN

Se estudia el tejido medular de los estipes de las algas: *Macrocystis pyrifera*, *Desmarestia ligulata*, *Lessonia nigrescens* y *Durvillaea antarctica* colectadas en la costa de la Octava Región de Chile.

El tejido medular de los estipes presenta elementos cribados que tienen una gruesa pared lateral, la cual está formada por microfibras orientadas en forma paralela entre sí, estas fibras se continúan hacia el área cribada. De esta manera, las microfibras forman una pared transversal, la que presenta numerosos poros que comunican elementos cribados adyacentes.

Los diámetros de los poros encontrados para las diferentes especies fueron las siguientes: *Macrocystis pyrifera*: (0.63-0.45 µm), *Lessonia nigrescens*: (0.17-0.1 µm), *Desmarestia ligulata*: (0.079-0.045 µm) y *Durvillaea antarctica*: (0.068-0.045 µm)

ABSTRACT

The stipe medulla tissues of *Macrocystis pyrifera*, *Desmarestia ligulata*, *Lessonia nigrescens* and *Durvillaea antarctica* collected in the coast of Concepción, Chile have been studied

The stipe medulla tissues show sieved elements having a thick wall which contains microfibers, parallelly oriented and directed towards the sieved area without covering the pores In this manner, the microfibers form a transversal wall with numerous pores between two sieved elements

The pore diameters found for the different species were the following: *Macrocystis pyrifera*: (0.63-0.45 µm), *Lessonia nigrescens*: (0.17-0.1 µm), *Desmarestia ligulata*: (0.079-0.045 µm) and *Durvillaea antarctica*: (0.068-0.045 µm).

KEYWORDS: Sieve element, Phaeophyta, algae

INTRODUCCION

La formación de conexiones intercelulares fue un paso importante en la evolución de las plantas complejas, permitiendo una mejor coordinación y crecimiento, facilitando así el intercambio de información y de compuestos. Schmitz (1981).

En plantas vasculares, así como en Bryophytas y Phaeophytas, se ha encontrado que existen procesos de transporte a través de elementos cribados (Sideman & Scheirer, 1977). En las algas pardas se han utilizado radioisótopos y tinción de fluorosceína para demostrar el transporte a gran distancia. Penot & Penot (1977), usando varios radioisótopos, demuestran que el transporte en los talos de *Ascophyllum nodosum* es bidireccional. Lüning et al. (1973) efectuando experiencias con C^{14} en *Laminaria saccharina* y *Laminaria hyperborea* concluyen que el transporte es estrictamente basipatial a través de los talos. Nicholson & Briggs (1972) usando C^{14}, indican

*Proyecto D.I. 20.37.13
Universidad de Concepción.
** Departamento de Oceanología
Universidad de Concepción
Casilla 2407 Apartado 10
Concepción - Chile

que la conducción de fotosíntatos en *Nereocystis* tiene lugar en la médula, donde los filamentos cribados están presentes. En *Macrocystis*, Parker (1965) utilizando C^{14} como trazador y tinción de fluorosceína, demostró que ambas sustancias se mueven a través de los tubos cribados, pero a distinta velocidad. Al respecto, Schmitz (1981) informa que la utilidad de la tinción como indicador de transporte, en algas pardas, parece dudoso y debería ser reinvestigado.

La literatura es confusa para definir las estructuras cribadas. Smith (1939) propone cambiar el término "hifa en trompetas" por el término de "filamento en trompeta" y afirma que ellos no son verdaderos tubos cribados, ya que su pared terminal tiene más bien "falsos pits" que placa o membrana. Estudios realizados en *Nereocystis lütkeana* por Schmitz & Srivastava (1976), señalan que las hifas en trompeta y tubos cribados son básicamente el mismo tipo de células y que la forma en trompeta de los elementos cribados se debe a un estrechamiento pasivo durante el crecimiento de los órganos. Schmitz (1981) indica que un elemento cribado es una célula cilíndrica con pared terminal perforada, filas longitudinales de estos elementos conformarían los tubos cribados y conexiones transversales de elementos cribados.

La utilización de avanzadas técnicas de microscopía electrónica han permitido estudiar la fina estructura de los elementos cribados en: *Macrocystis* (Parker & Huber, 1965); *Laminaria* (Schmitz & Srivastava, 1974; Sideman & Scheirer, 1977); *Nereocystis* (Schmitz & Srivastava, 1976) y finalmente en *Alaria* (Schmitz & Srivastava, 1975). En todas las algas se han encontrado numerosos poros distribuidos en la pared que interconecta elementos cribados adyacentes.

En este trabajo se entregan los resultados de una investigación realizada para estudiar los elementos cribados presentes en algunas algas pardas del litoral chileno, como fase inicial de un trabajo que persigue establecer el significado funcional de estas estructuras.

MATERIALES Y METODOS

Muestras de tejido algal, obtenidas de especímenes de herbario, de plantas colectadas en el litoral de la Octava Región en Chile, fueron utilizadas en este estudio.

Trozos de tejido medular del estipe de las algas pardas: *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) *C.Ag., Desmarestia ligulata (Lightf) Lamour, Lessonia nigrescens* Bory y *Durvillaea antarctica* (Cham.) Hariot, se fijaron con glutaraldehido al 2% en una mezcla de cacodilato de sodio 0.1M: agua de mar (1:3) (V:V) y $CaCl_2$ 0.01% (V:W), pH = 7.2, por 2.5 horas entre 2-3 °C. Luego, el mismo buffer-agua de mar con mezcla de $CaCl_2$ se usó como medio de lavado. El material fue post-fijado en OsO_4 al 2% en buffer-agua de mar mezclado con $CaCl_2$ por 2 horas a 4 °C de temperatura. Después se procedió a lavar completamente y deshidratar en una serie ascendente de etanol, adicionando $CaCl_2$ 0.01 en la etapa de etanol 70%. Además, la deshidratación se realizó sin $CaCl_2$, completándose con varios cambios en óxido de propileno. Luego, las muestras fueron embebidas en epon-eraldito (Schmitz and Srivastava, 1974).

Secciones ultrafinas de 350-400 A°, realizadas en un ultramicrótomo SORVAL MT 500, se recogieron en una rejilla cubierta de formvar, teñidas con acetato de uranilo y citrato de plomo, para luego estudiar y fotomicrografiar en un microscopio PHILLIPS EM 200.

RESULTADOS

En el tejido medular de los estipes de la algas, *Macrocystis pyrifera, Desmarestia ligulata, Lessonia nigrescens* y *Durvillaea antarctica* se observa la presencia de elementos cribados.

En *Macrocystis pyrifera* los elementos cribados (Fig. 1A) presentan claramente 2 conjuntos de microfibrillas conformando una gruesa pared lateral. Las microfibrillas son paralelas entre sí (Fig. 1D) y se continúan hacia la pared transversal que comunica elementos cribados adyacentes (Fig. 1B). Esta pared presenta numerosos poros, los cuales se encuentran distribuidos en la superficie. En un corte oblicuo (Fig. 1C) es posible observar claramente su disposición. El diámetro de los poros varía en un rango de (0.63 µm - 0.45 µm).

Los elementos cribados ubicados en la médula de *Desmarestia ligulata* (Fig. 2A) están formados por una gruesa pared lateral (Fig. 1D), donde es posible distinguir solamente un grupo de microfibrillas, a diferencia de *Macrocystis* que presenta dos. Las microfibras se continúan hacia la pared terminal la cual se presenta con bandas

claras y oscuras (Fig. 2D). En un corte oblicuo (Fig. 2C) se observan poros que aparentemente comunican a elementos cribados adyacentes. El diámetro de los poros varía en un rango notablemente menor (0.079 µm - 0.045 µm).

Lessonia nigrescens presenta elementos cribados (Fig. 3A), los cuales están constituidos, al igual que las otras algas pardas estudiadas, por una pared microfibrilar gruesa (Fig. 3D). En la pared transversal se observan poros (Fig. 3C). El diámetro de los poros varía entre 0.17 µm - 0.1 µm.

Finalmente, *Durvillaea antarctica* presenta también a nivel medular de los estipes elementos cribados (Fig. 4A), apreciándose en forma notable su gruesa pared lateral la que también está constituida por 2 capas de microfibrillas. La pared terminal que une elementos cribados adyacentes presenta numerosos poros (Fig. 4C) cuyos diámetros varían ente 0.068 µm - 0.045 µm.

En la pared transversal cribada, de las 4 especies estudiadas, no se observó la presencia de callosa, lo cual indicaría posiblemente que estos elementos serían funcionales.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los elementos cribados de las especies estudiadas presentan una gruesa pared lateral, constituida por numerosas fibras distribuidas en forma paralela, disposición semejante a la encontrada en *Nereocystis* (Schmitz y Srivastava, 1976) y en *Laminaria* (Sideman y Scheirer, 1977; Schmitz y Srivastava, 1974). Parker y Huber (1965) señalan que la pared microfibrilar de *Macrocystis* estaría constituida básicamente por sustancias celulósicas acompañadas por sustancias amorfas.

Los elementos cribados de las especies analizadas presentan poros numerosos que se distribuyen uniformemente en la pared transversal. Sideman y Scheirer (1977) refiriéndose a la disposición de los poros, la interpretan como una especialización. En este sentido, al comparar las características de los elementos cribados de *Laminaria saccharina, L. groenlandica, Alaria marginata, Nereocystis lutkeana* y *Macrocystis pyrifera* concluyen que *L. saccharina* sería el alga menos especializada, ya que sus poros en la base del estipe presentan diámetros de 0.06 - 0.09 µm, y *Macrocystis pyrifera* sería la más especializada con tamaños de poro que varían entre 2.4 - 6 µm. Las conclusiones de este estudio señalan que *Durvillaea antarctica* y *Desmarestia ligulata* poseen los poros más pequeños. *Macrocystis pyrifera*, en cambio, presenta poros de mayor dimensión (0.63 -0.45 µm), el valor más alto encontrado en el grupo de las plantas estudiadas. Al comparar este valor con el encontrado para *M. pyrifera* por Parker y Huber (1965) se detectan diferencias que se podrían explicar por el distinto estado de desarrollo de las plantas utilizadas en ambos estudios, variando también (Schmitz, 1981) según se trata de observaciones en el estipe o en la lámina.

Estudios realizados en la médula del estipe de *Nereocystis* indican que este tejido tiene como función primaria suministrar un sistema de transporte de los fotosintatos desde la lámina hasta el distante grampón. Nicholson (1976) demuestra en forma indirecta que la continuidad de los filamentos cribados de la médula de las láminas al estipe en *Nereocystis* estaría indicando de alguna manera que existe transporte de sustancias desde la lámina al estipe .

La funcionalidad de los elementos cribados como células transportadoras de sustancias está determinada por la presencia o ausencia de callosa en estas células. (Schmitz, 1981) indica que elementos cribados viejos, no funcionales, muestran grandes depósitos de callosa, que aparecen de un color "blanco lechoso" asociado a la pared transversal. En las especies chilenas no se detectó presencia de "milky white", debido naturalmente a que los elementos cribados son funcionales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo para efectuar esta publicación.

BIBLIOGRAFIA

LUNNING, K., SCHMITZ, K. y WILLENBRINKT, J. 1973. CO_2 fixation and translocation in benthic marine algae. III. Rates and ecological significance of translocation in *Laminaria hyperborea* and *L. saccharina*. Mar Biol. 23, 275-281.

NICHOLSON, N.L. y BRIGGS, W.R. 1972. Translocation of photosynthate in the brown alga *Nereocystis*. Amer. J Bot. 59(I):97-106.

NICHOLSON, N.L. 1976. Anatomy of the medulla of *Nereocystis*. Botánica Marina 19:23-31.

PARKER, B. 1965. Translocation in the giant kelp *Macrocystis* I. Rates, direction, quantity of C^{14} — lebeled products and fluoroscein. J. Phycol. 1,41-46.

PARKER, B. y HUBER, J. 1965. Translocation in *Macrocystis* II. Fine structure of the sieve tubes. J. Phycol. 1,172-179

PENOT, M. y PENOT, M. 1977. Quelques aspectes originaux des transport á longue distance dans le thalle de *Ascophyllum nodosum*(L) Le Jolis (Phaeophyceae, Fucales). Phycologia 16 (3):339-347.

SCHMITZ, K. y SRIVRASTAVA, L.M. 1974. Fine structure and development of sieve tubes in *Laminaria groenlandica* Rosenv. Cytobiologie 10 (1):66-87.

SCHMITZ, K. y SRIVRASTAVA, L.M. 1975. On the fine structure of sieve tubes and the physiology of assimilate transport in *Alaria marginata*. Can J. Bot. 53,861-876.

SCHMITZ, K. y SRIVRASTAVA, L.M. 1976. The fine structure of sieve elements of *Nereocystis lütkeana*. Amer. J. Bot. 63 (5):679-693.

SCHMITZ, K. 1981. Translocation. In: C.S. Lobban y Wynne, M.J.; The biology of seaweeds. Chapter 15. Blackwell Scientific Publications

SIDEMAN, E.J. y SCHEIRER, D.C. 1977. Some fine structural observations on developing and mature sieve elements in the brown alga *Laminaria saccharina*. Amer. J. Bot. 64 (6):649-657

SMITH, A.I. 1933. The comparative histology of some of the Laminariales. Amer. J. Bot. 26:571-585

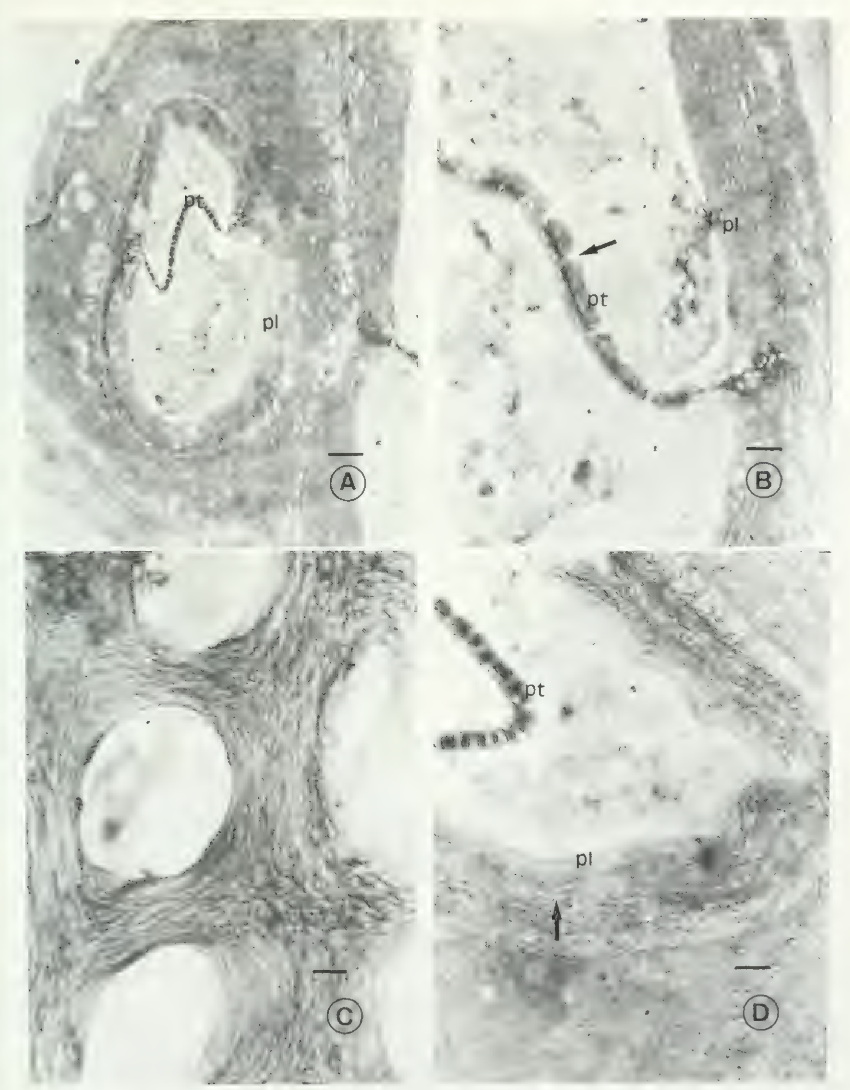


Fig. 1. Fotomicrografía de elementos cribados en *Macrocystis pyrifera* A: Elementos cribados del tejido medular del estipe, ilustrando la pared lateral (pl) y la pared transversal (pt) X 9400. Escala = 0.85 µm. B: Pared transversal (pt) con poros (flecha) X 15800. Escala = 0.5 µm. C: Corte oblicuo de la pared transversal ilustrando poros X 88000. Escala = 0.09 µm. D: Pared lateral (pl) constituida por microfibrillas orientadas paralelamente (flecha) X 27200. Escala = 0.29 µm

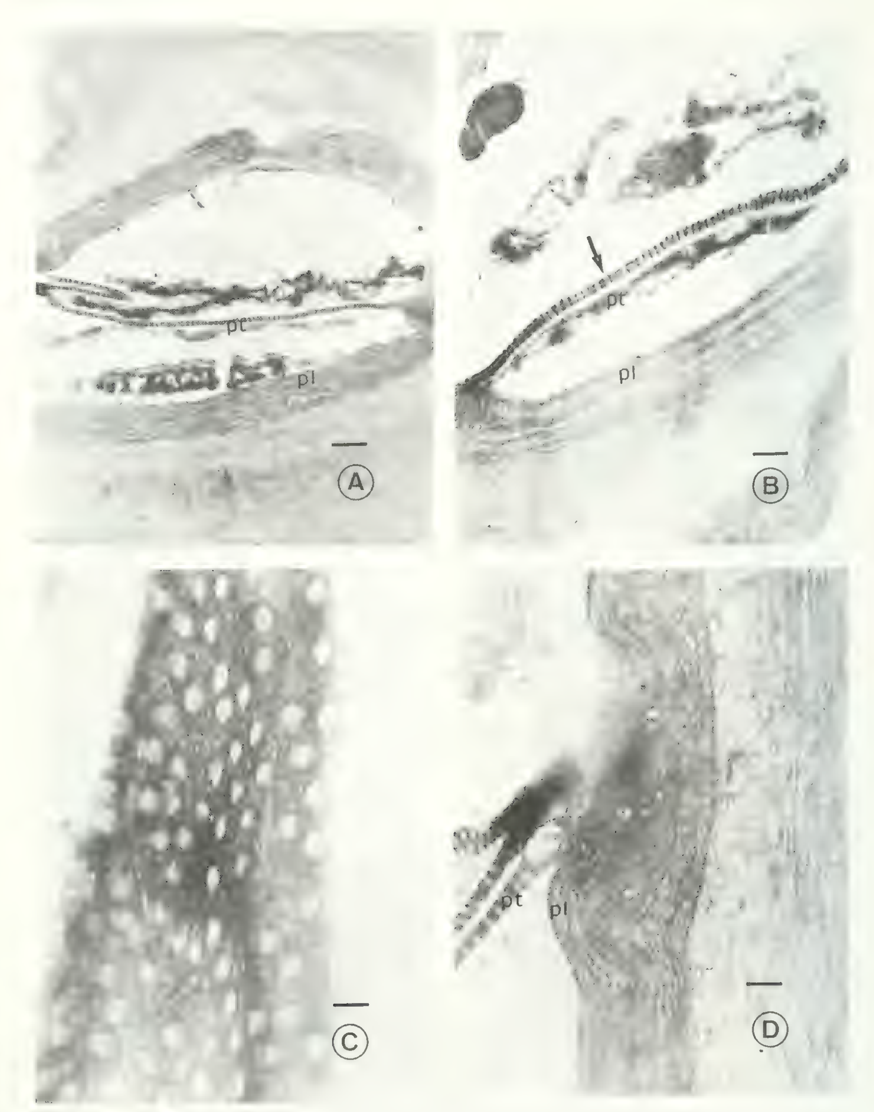


Fig. 2. Fotomicrografía de elementos cribados en *Desmarestia ligulata* A: Elementos cribados del tejido medular del estipe. Se observa una gruesa pared lateral (pl) y la pared transversal (pt) X 9400. Escala 0.85 µm. B. Pared transversal (pt) presenta bandas claras y oscuras (flecha) X 20000. Escala 0.40 µm. C: Corte oblicuo de la pared transversal ilustrando poros X 88000. Escala 0.09 µm. D: Pared lateral (pl) constituida por un conjunto de micro fibrillas orientadas en forma paralela X 27200. Escala = 0.29 µm.

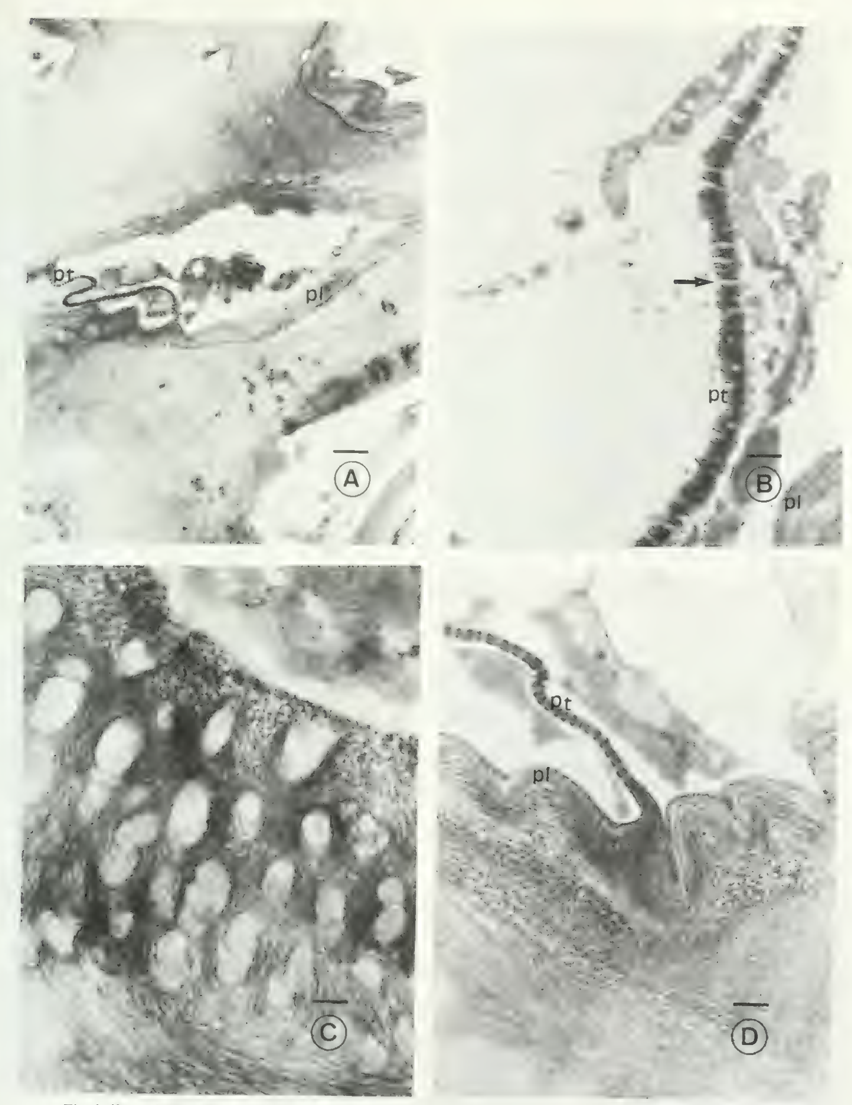


Fig. 3. Fotomicrografía de elementos cribados en *Lessonia nigrescens* A: Elementos cribados del tejido medular del estipe. Se observa una gruesa pared lateral (pl) y la pared transversal (pt) X 9400 B: Pared transversal (pt) presenta poros (flecha) X 15800. Escala = 0.5 μm. C: Corte oblicuo de la pared transversal. Se observan poros X 88000 Escala = 0.09 μm. D: Pared lateral (pl) formada por microfibras orientadas en forma paralela X 27200. Escala 0.29 μm

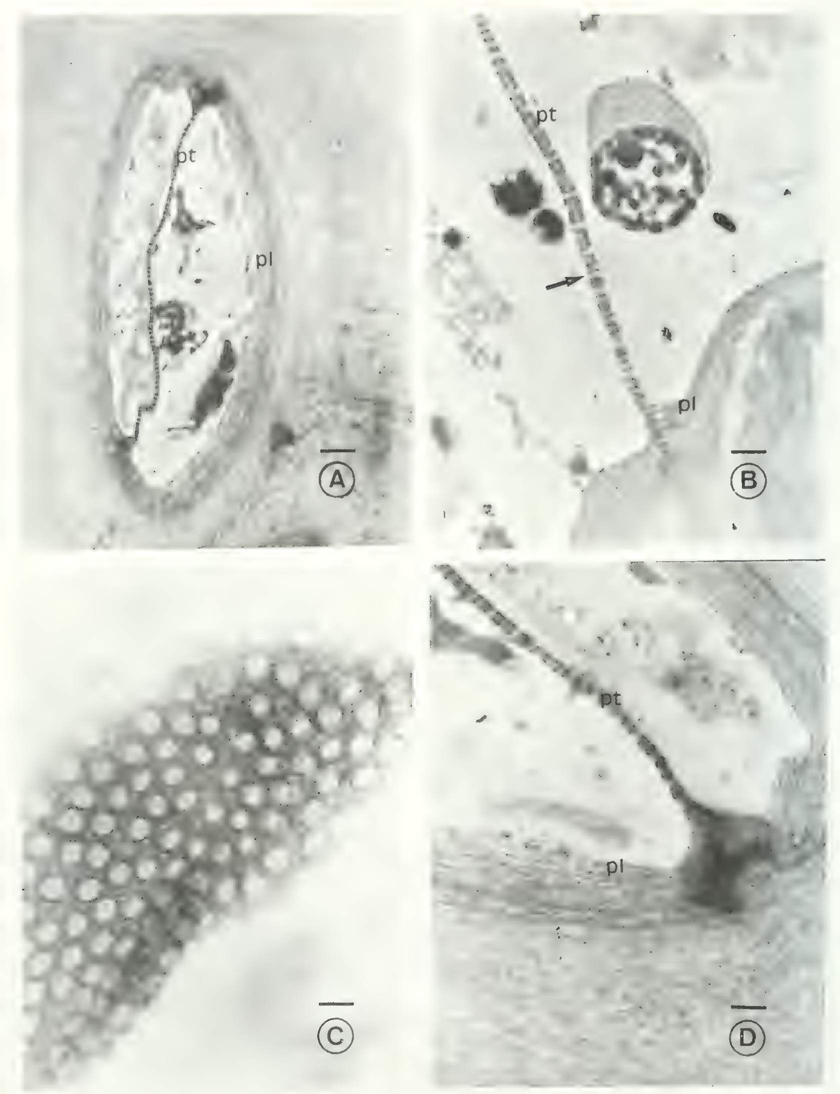


Fig. 4. Fotomicrografía de elementos cribados en *Durvillaea antarctica* A: Elementos cribados del tejido medular del estipe. Se observa la pared transversal (pt) y la pared lateral (pl) X 9400. Escala = 0.85 µm B: Pared transversal (pt) presenta bandas claras y oscuras (flechas) X 15800. Escala = 0.5 µm C: Corte oblicuo de la pared transversal ilustrando poros X 88000, D: Pared lateral (pl) formada por microfibrillas orientadas en forma paralela. X 27200. Escala = 0.29. µm.

Gayana, Bot. 45 (1-4):379-390, 1988 ISSN 0016-5301

GELIDIUM FLORIDANUM TAYLOR (RHODOPHYTA - GELIDIACEAE) OBSERVAÇÕES NA NATUREZA E EM CULTIVO NO LABORATORIO

GELIDIUM FLORIDANUM *TAYLOR (RHODOPHYTA - GELIDIACEAE) OBSERVACIONES EN LA NATURALEZA Y EN CULTIVOS DE LABORATORIO*

Edison José de Paula*
Yumiko Ugadim*
Rosa Sanae Shintani*

RESUMO

Observações na natureza, Municipio de Itanhaém, SP, mostraram que as populações de *Gelidium floridanum* apresentam alta frequência de plantas reprodutivamente maduras, tetraspóricas e cistocárpicas, não se verificando a presença de plantas masculinas. Tetrásporos e Carpósporos apresentaram viabilidade elevada em cultivo, desenvolvendo-se melhor no meio de Provasoli que em Von Stosch. Distinguiu-se, no desenvolvimento das plantas, uma fase inicial, estolonifera e uma fase posterior, onde são formados ramos erectos. Não foram obtidas plantas férteis nas condições testadas. O crescimento das plantas foi muito lento, atingindo cerca de 5 cm após 11 meses em cultivo. A.T.C.R. manteve-se constante em cultivo, comparando-se com as máximas citadas na literatura para espécies de *Gelidium* e *Pterocladia*. Essas comparações confirmam conclusões anteriores de que as taxas de crescimento são caracteristicamente baixas para esses gêneros.

ABSTRACT

Field and culture observations were made on *Gelidium floridanum* from Municipio de Itanhaém, SP. The wild populations present a high frequency of tetrasporic and cystocarpic plants. Male plants were not found. Tetraspores and carpospores cultivated *in vitro* were viable. The plants were grown in von Stosch and Provasoli media, with better results in Provasoli's medium. The algae showed an initial developmental phase with prostrate cylindrical proliferations. This phase was followed by the production of erect branches. The plants did not become fertile under any of conditions tested. The growth of the plants was very slow, attainning only 5 cm in lenght after 11 months in culture. The growth of apices was exponential throughout the period of incubation. The relative growth rate observed was similar to the maximum values reported in the literature for species of *Gelidium* and *Pterocladia*. This result substantiates the conclusion that relatively slow growth is characteristic of the group

KEYWORDS: *Gelidium*, Rhodophyta, culture, growth, reproduction

*Departamento de Botânica
Instituto de Biociências e Centro de Biologia Marinha (CEBIMar)
Universidade de São Paulo
Caixa Postal 11461
São Paulo, SP - Brasil

INTRODUÇÃO

Gelidium foridanum Taylor foi originalmente descrito com base em espécimes provenientes da Florida e Trinidad (Taylor, 1943). Posteriormente, foi referido somente para o litoral brasileiro, distribuindo-se entre os Estados do Rio Grande do Sul e Espírito Santo (Ugadim, 1985). As referências da espécie para o Brasil constam, basicamente, em levantamentos florísticos, onde são apresentadas descrições, ilustrações e algumas informações biológicas e ecológicas (Ugadim, 1974, 1985; Braga, 1971; Cordeiro-Marino, 1978; Baptista, 1977; Coutinho, 1982).

Dentro da família Gelidiaceae, considerada taxonomicamente confusa, a espécie encontra-se morfologicamente bem definida e caracterizada (Ugadim, 1985). As populações aparentemente são perenes, sendo que as plantas possuem porte comparável ao de outras espécies da família, consideradas de importância econômica, como *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret. No presente trabalho são apresentadas observações de duas populações naturais que ocorrem no litoral do Estado de São Paulo e de plantas cultivadas em condições de laboratório, visando avaliar o potencial reprodutivo e de crescimento da espécie.

MATERIAL E METODOS

As observações na natureza foram efetuadas em novembro de 1985 na Praia dos Sonhos (costão à direita) e Praia de Peruíbe (costão à esquerda), Município de Itanhaém, SP, tendo-se coletado 60 tufos individualizados e completos, incluindo-se sua porção basal. No laboratório, cada rufo foi dissecado sob microscópio estereoscópico, anotando-se a presença e natureza das estruturas reprodutivas e efetuando-se medidas de comprimento, considerado como a distância da base até o ápice do eixo mais longo. Além dessas amostragens padronizadas, foi coletado e analisado um número muito maior de espécimes, incluindo-se numerosos que se desenvolviam sobre substratos artificiais presos a blocos de rocha.

Os cultivos unialgais em laboratório foram iniciados e desenvolvidos, simultaneamente, a partir de tetrásporos e carpósporos liberados de plantas coletadas na Praia de Peruíbe.

Em fase inicial, as plântulas foram mantidas fixas sobre lâminas para microscopia e cultivadas em placas de Petri. Posteriormente, foram removidas e cultivadas livres do substrato em frascos de Erlenmeyer com meio agitado através de aeração. O meio de cultura para as fases iniciais consistiu em água do mar esterilizadas, posteriormente enriquecida com solução estoque dos meios PES (West, 1966) e VS (segundo Edwards, 1970), sendo substituido a intervalos aproximados de uma semana. Foram empregadas, inicialmente, baixas concentrações das soluções de nutrientes, aumentando-se, gradativamente, nas fases posteriores de cultivo.

As principais condições de luz e temperatura empregadas foram 16 horas luz e 8 horas escuro (16L:8E), 1000-2000 lux,18-25° C.

O crescimento das plantas derivadas de tetrásporos e carpósporos foi comparado através de um experimento desenvolvido com ápices não ramificados, com cerca de 1 cm de comprimento. A partir de 4 plantas de cada grupo foram seccionados 4 ápices, somando-se um total de 16, os quais foram cultivados individualmente em frascos de Erlenmeyer (200 ml de meio). O medio de cultura (PES, 20 ml/l) foi trocado a intervalos regulares de 7 dias, quando eram tomadas medidas de peso fresco. A análise do crescimento baseou-se na média dos 16 ápices. A razão de crescimento foi expressa em termos de duplicações por dia (T.C.R. = $\log_2$ P1/PO dia^{-1}).

RESULTADOS

Observações na natureza

Nas duas populações estudadas, as plantas de *Gelidium floridanum* crescem próximo ao limite inferior da região entre marés, restringindo-se a uma pequena amplitude vertical (cerca de 0,5 m) dos costões rochosos. Ocorrem, predominantemente, em superfícies verticais ou fortemente inclinadas em locais sujeitos ao impacto das ondas, às vezes, juntamente com *Pterocladia capillacea*. Apresentam-se em pequenas populações, constituidas por espécimes mais ou menos isolados ou formando faixas de cobertura contínua ou irregular. Nas proximidades das populações de *P. capillacea*, as plantas crescem nos níveis imediatamente inferiores. Possuem, entretanto, distribuição horizontal mais ampla que aquela espécie, incluindo-se ambientes mais protegidos como certas poças da orla infralitorânea.

Os resultados do exame das amostras populacionais encontram-se na Tabela I e Figura 1. Os exemplares analisados variaram entre 2 e 18 cm de comprimento, apresentando cistocarpos ou tetrasporângios, não tendo sido encontradas plantas inférteis ou com espermatângios. Nas amostras da Praia dos Sonhos e Peruíbe, foram encontrados, respectivamente, 10 e 4 tufos mistos, isto é, compostos por plantas cistocárpicas e tetraspóricas independentes, mas com porção basal entrelaçada. Na Figura 2 são ilustradas porções basais prostradas, mostrando pequenos apressórios de origem rizoidal.

TABELA I.- Porcentagem e comprimento médio das plantas de diferentes fases reproductivas para amostras do Município de Itanhaém, SP, em novembro de 1985.

		Nº de tufos	Nº de espécimes considerados	%	Comprimento - cm (média ± desvio padrão)
Pr. dos Sonhos	⊕	29	39	55,7	8,17 ± 2,66
	♀	21	31	44,3	7,66 ± 2,44
	⊕, ♀*	10	—	—	— -
	Total	60	70	100	— —
Pr. de Peruíbe	⊕	36	40	62,5	6,33 ± 1,70
	♀	20	24	37,5	5,20 ± 1,38
	⊕, ♀*	4	—	—	— — -
	Total	60	64	100	— — — — -

⊕ Tetraspóricos

♀ Cistocárpicos

* Tufos mistos, constituídos por espécimes tetraspóricos e cistocárpicos

Todas as plantas examinadas apresentaram um número extremamente elevado de estruturas reprodutivas, presentes na maioria dos râmulos terminais. Nas porções mais inferiores e mais velhas, esses râmulos apresentaram áreas perfuradas, devido a degeneração das estruturas reprodutivas, o que indica uma produção contínua das mesmas (Figs. 3, 4).

Na praia dos Sonhos foram coletadas plantas sobre substratos artificiais, presos em grande número entre blocos de rocha, como alguns tipos de tecidos, couro e pedaços de cerâmica. Nesses substratos ocorreram numerosas plantas em diversos graus de desenvolvimento, incluindo centenas de exemplares jovens, recém germinados, exemplares sem estruturas reprodutivas com até 4 cm de comprimento e outros férteis com até 10 cm. Plantas masculinas tambén não foram observadas nestas amostras.

Observações em cultivo

Os ramos de plantas tetraspóricas e cistocárpicas coletados na natureza liberaram grande número de esporos em condições de laboratório, os quais não apresentaram diferenças aparentes em sua viabilidade, sendo elevada nos dois casos. O diâmetro dos tetrásporos e carpósporos foi semelhante, sendo, respectivamente, 30,23 ± 5,52 e 30,71 ± 3,17 Nm ($\bar{x}$ ± desvio padrão, n = 20).

As plantas derivadas de tetrásporos e carpósporos apresentaram as mesmas características gerais de desenvolvimento. Os primeiros estágios de germinação foram semelhantes aos descritos por Oliveira F. e Paula (1977), para tetrásporos da mesma espécie. Nos dois casos, os esporos desenvolveram-se, inicialmente, em plântulas fixas ao substrato por rizóides primários (Figs. 5, 6). Ramificaram-se com pequenas dimensões

(Figs. 7, 8), formando eixos estoloníferos fixos em diversos pontos por rizóides adventícios (Figs., 9, 10).

A partir desse estágio, as plântulas foram cultivadas livres do substrato e com aeração, desenvolvendo um sistema estolonífero delgado, cilíndrico e ramificado (Figs. 11, 12), apresentando, ao final de quatro meses, porções terminais achatadas, mais largas. Plântulas originadas de esporos agrupados desenvolveram predominantemente porções eretas e achatadas (Fig. 13). Nestas condições, o desenvolvimento das plântulas derivadas de tetrásporos e carpósporos foi semelhante, tanto em PES (10 ml/l) quanto na concentração final de VS (Fig. 14).

As plantas apresentaram crescimento muito lento. Após 11 meses em cultivo, atingiram cerca de 5 cm de comprimento, sendo mais densamente ramificadas e alcançando maior peso no meio

TABELA II.-Pesos médios (g) de plantas (n = 4) derivadas de tetrásporos e carpósporos, após 11 meses em cultivo em PES e VS

Origem	meios	
	PES	VS
Tetrásporos	0.83	0.33
Carpósporos	0.58	0.28

PES (Figs. 15, 16, Tabela II). Após esse período, foram divididas e cultivadas e em diferentes condições de luz e temperatura: i) 16L:8E, 1000-2000 lux, 18-25°C; ii) 14L:10E, 500-900 lux, 19-20°C e iii) 12L:12E, 1100-1200 lux, 20-25°C. Neste caso apresentaram melhor crescimento em PES que em VS, principalmente na primeira condiçao, mantendo-se sempre em estágio vegetativo, mesmo após 16 meses e nao apresentando o aspecto pinado das plantas da natureza.

O crescimento de ápices, determinado semanalmente com base no peso fresco, foi exponencial para o período de cultivo (Fig. 17). As taxas de crescimento relativo foram de 0,06 e 0.07, dependendo do período considerado e correspondendo a um tempo de duplicação de 16,7 e 14,3 dias, respectivamente. Ao final do experimento, os ápices apresentaram aspecto pinado, semelhante às plantas da natureza (Fig. 17).

DISCUSSÃO

As populações examinadas não apresentaram plantas masculinas na amostragem realizada, a despeito da porcentagem elevada das plantas reprodutivamente maduras, confirmando as observações, de Ugadim (1985) para diferentes épocas do ano e em toda faixa de distribuição da espécie no litoral brasileiro. De acordo com a autora, plantas tetraspóricas e cistocárpicas ocorrem, comumente, em uma porcentagem aproximada de 50% para cada uma dessas fases, sendo que as plantas masculinas citadas para a espécie (Braga, 1971) foram identificadas como pertenecentes a *P. capillacea*.

Irregularidades na fraqüência esperada para as diferentes fases reprodutivas são comumente citadas para os gêneros *Gelidium* e *Pterocladia* (Dixon, 1965; Santelices, 1974, 1978A), podendo ser tentativamente explicadas pelo hábito perene e eficiência da propagação vegetativa (Fralick e Andrade, 1980). A maioria dos tufos examinados apresentou apenas uma fase do ciclo de vida, correspondendo, possivelmente, a un indivíduo, o que indica a capacidade de proliferação de sua porção basal, tendo sido confirmada em cultivo. Nas primeiras fases em cultivo, apenas proliferações cilíndricas foram produzidas, sendo seguidas pela produção de porções erectas, achatadas, semelhantes ao descrito para *G. pusillum* em cultivo (Mairh e Sreenivasa Rao, 1978).

Considerando-se, entretanto, que apenas plantas muito pequenas e jovens de *G. floridanum*, observadas em substratos artificiais, não apresentaram estruturas reprodutivas, a ausência de plantas masculinas na natureza é inesperada, não podendo ser explicada com base nos resultados atuais. Algumas considerações sobre a idade ou tamanho para a maturidade reprodutiva (Santelices, 1974) aparentemente não se aplicam neste caso.

Os carpósporos e tetrásporos apresentaram viabilidade elevada em laboratório. Na natureza, a presença de estágios jovens sobre substratos artificiais confirma a ocorrência do processo de reprodução por esporos.

A morfologia e taxa de crescimento das plantas resultantes da germinação de carpósporos e tetrásporos foi semelhante em cultivo. As plantas obtidas, entretanto, não formaram estruturas reprodutivas nas condições testadas. De maneira semelhante, Mairh e Sreenivasa Rao (1978) e

Stewart e Norris (1981), naõ obtiveram plantas férteis de *Gelidium pusillum* (Stackh). Le Jolis e *Pterocladia caloglossoides* (Howe) Dawson em diferentes condições de cultivo.

Algumas observações na natureza, incluindo-se a presença de plantas sobre substratos artificiais, associadas a viabilidade elevada dos esporos e propagação vegetativa poderiam sugerir a importância da espécie para fins de maricultura. A.T.C.R. obtida em cultura (0,06 0,07, equivalente a 6 - 7% diários), entretanto, pode ser considerada baixa (ver Bird et al, 1979).

Os valores obtidos, concordam com a conclusão de Stewart (1984), de que taxas de crescimento relativamente baixas são características das espécies de *Gelidium* e *Pterocladia*. Os valores discutidos pela autora foram expressos em aumento em comprimento e, portanto, difíceis de serem comparados. Considerando aproximações simplificadas com a finalidade comparativa, a autora referese a taxas diárias de 3,5% para *P. capillacea* em cultivo no laboratório.

Os valores encontrados para *G. floridanum* comparam-se aos máximos calculados (0,07) com base nos dados fornecidos por Mairh e Sreenivasa Rao (1978) para *G. pusillum*, também em cultivo. Comparam-se, igualmente, aos máximos (0,08) referidos para plantas de *P. capillacea* presas a cordas em poças de maré (Friedlander e Zelikovich, 1984). Valores máximos mais baixos, aproximadamente 4% diários, foram referidos, para esta última espécie e para *P. caerulecens* (Kuetzing) Santelices (Santelices, 1978 b). Valores ainda mais baixos foram obtidos anteriormente para as mesmas espécies (Santelices, 1976), respectivamente, 1,6% e 2,3% comparáveis aos citados por Oliveira F. e Yoneshigue (1986) para *P. capillacea*, cultivada em tanques (12% por semana = 1,71% diário). As taxas de crescimento máximas obtidas por Berchez (1985), para *P. capillacea*, convertidos para duplicações por dia, situam-se geralmente na faixa de 0,06 - 0,08, embora valores excepcionalmente elevados atingem 0,14.

Todos os valores discutidos acima, excetuando-se os últimos, confirmam as conclusões de Stewart (1984) de que as taxas de crecimento relativamente baixas são características das espécies de *Gelidium* e *Pterocladia*, embora possam, até certo ponto, ser otimizadas em novas combinaçoes de luz, temperatura e nutrientes. Destacase-se nestas comparaçoes, que as taxas de crescimento citadas na literatura referem-se a plantas obtidas da natureza, fornecendo, geralmente, valores muito variáveis e decaindo no decorrer do tempo, em contraste com os valores constantes obtidos com as plantas de *G. floridanum* desenvolvidas em cultivo. O crescimento exponencial, neste caso, parece ser devido ao aumento progressivo no número de ápices.

AGRADECIMIENTOS

E.J. de Paula e R.S. Shintani agradecem o estímulo e apoio financeiro do Fundo Bunka de Pesquisas da Sociedade Brasileira de Cultura Japonesa. O primeiro autor teve Bolsa de Pesquisa do CNPq, processo 150-301130/83. Os autores agradecem E.M. Plastino pela leitura crítica do texto.

BIBLIOGRAFIA

BAPTISTA, L.R.M., 1977. Flora Marinha de Torres (Chlorophyta, Xantophyta, Phaeophyta, Rhodophyta). Bolm Inst. Biociênc. Porto Alegre 37:1-244

BERCHEZ, F.A.S. 1985. Aspectos da ecologia e biologia da alga agarófita *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta, Gelidiaceae). Dissertação de Mestrado, Departamento de Botânica, Inst. *Biociências, USP, São Paulo, 130 pp*

BIRD, N.L., CHEN, L.C.M. and MCLACHLAN, J., 1979. Effects of temperature, light and salinity on growth in culture of *Chondrus crispus, Furcellaria lumbricalis, Gracilaria tikvahiae* (Gigartinales, Rhodophyta), and *Fucus serratus* (Fucales, Phaeophyta). Botanica Mar. 22: 521-527

BRAGA, Y.Y., 1971. Flora marinha bentônica da Baia da Guanabara e cercanias III. Rhodophyta 1: Goniotrichales, Bangiales, Compsopogonales, Nemalionales e Gelidiales. Inst. Pesq. Mar. Rio de Janeiro. 35:1-36

CORDEIRO-MARINO, M., 1978. Rodofíceas bentônicas marinhas do Estado de Santa Catarina. Rickia, 7:1-243

COUTINHO, R., 1982. Taxonomia, distribuição, crescimento sazonal, reprodução e biomassa das algas bentônicas no Estuário da Lagoa dos Patos (RS). Dissertação de Mestrado, Univ. do Rio Grande, Rio Grande, 232 pp

DIXON, P.S., 1965. Perennation, vegetative propagation and algal life histories, with special references to *Asparagopsis* and other Rhodophyta. Bot. Gothosburg. 3:67-74

EDWARDS, P., 1970. Illustrated guide to the seaweeds and sea grasses in the vicinity of Porto Aransas, Texas. Contr. Mar. Sci. 15:1-228

FRALICK, R.A., and ANDRADE, F., 1980. The growth, reproduction, harvesting and management of *Pterocladia pinnata* (Rhodophyceae) in the Azores, Portugal. Int. Seaweed Symp. 10:289-296

FRIEDLANDER, M., and ZELIKOVITCH, N., 1984. Growth rate, phycocolloid yield and quality of the red seaweeds, *Gracilaria* sp., *Pterocladia capillacea*, *Hypnea musciformis*, and *Hypnea cornuta*, in field studies in Israel. Aquaculture, 40:57-66.

MAIRH, O.P., and SREENIVASA RAO, P., 1978. Culture studies on *Gelidium pusillum* (Stackh.) Le Jolis. Botanica Mar. 21:169-174.

OLIVEIRA, F.F.C., and PAULA, E.J., 1977. Estudos sobre a germinação de esporos de rodofíceas do litoral brasileiro. An. Congr. Nac. Botânica, Mossoró (RN) 25:25-33.

OLIVEIRA, F.E.C., and YONESHIGUE, Y., 1986. Cultivation of the red alga *Pterocladia capillacea* in tanks. XII. Inter Seaweed Symp. Programme and book of abstracts. 81.

SANTELICES, B., 1974. Gelidioid algae. A brief resume of the pertinent literature. Marine Agronomy. U.S. Sea Grant Program, Univ. Hawaii, Tech. Rep. 1:1-111.

SANTELICES, B., 1976. Nota sobre cultivo masivo de algunas especies de Gelidiales (Rhodophyta). Rev. Biol. Mar. 16:27-33.

SANTELICES, B., 1978 a. The morphological variation of *Pterocladia caerulescens* (Gelidiales, Rhodophyta) in Hawaii. Phycologia 17:53-59

SANTELICES, B., 1978 b. Multiple interaction of factors in the distribution of some hawaiian Gelidiales (Rhodophyta). Pac. Sci. 32:119-147.

STEWART, J.G., 1984. Vegetative growth rates of *Pterocladia capillacea* (Gelidiaceae, Rhodophyta). Botanica Mar. 27:85-94

STEWART, J.C., and NORRIS, J.N., 1981. Gelidiaceae (Rhodophyta) from the northern Gulf of California, México. Phycologia 20:273-284.

TAYLOR, W.R., 1943. Marine algae from Haiti collected By H.J. Bartlett in 1941. Pap. Mich. Acad. Sci. Arts. Lett. 28:143-163.

UGADIM, Y., 1974. Algas marinhas bentônicas do sul do Estado de São Paulo e do litoral do Estado do Paraná. III. Divisão Rhodophyta (1): Goniotrichales, Bangiales, Nemalionales e Gelidiales. Bolm. Botânica Univ. São Paulo. 2:93-137.

UGADIM, Y., 1985. Estudos taxonômicos de *Gelidium* e *Pterocladia* (Gelidiaceae-Rhodophyta) do Brasil. Tese de Livre-Docência, Departamento de Botânica. Inst. Biociências, USP, São Paulo, 218 pp.

WEST, J.A., 1966. The life histories of several marine Bangiophycidae and Florideophycidae (Rhodophycophyta, Rhodophyceae) in laboratory culture. Ph. D. thesis, Univ. of Washington, Washington, 209 pp.

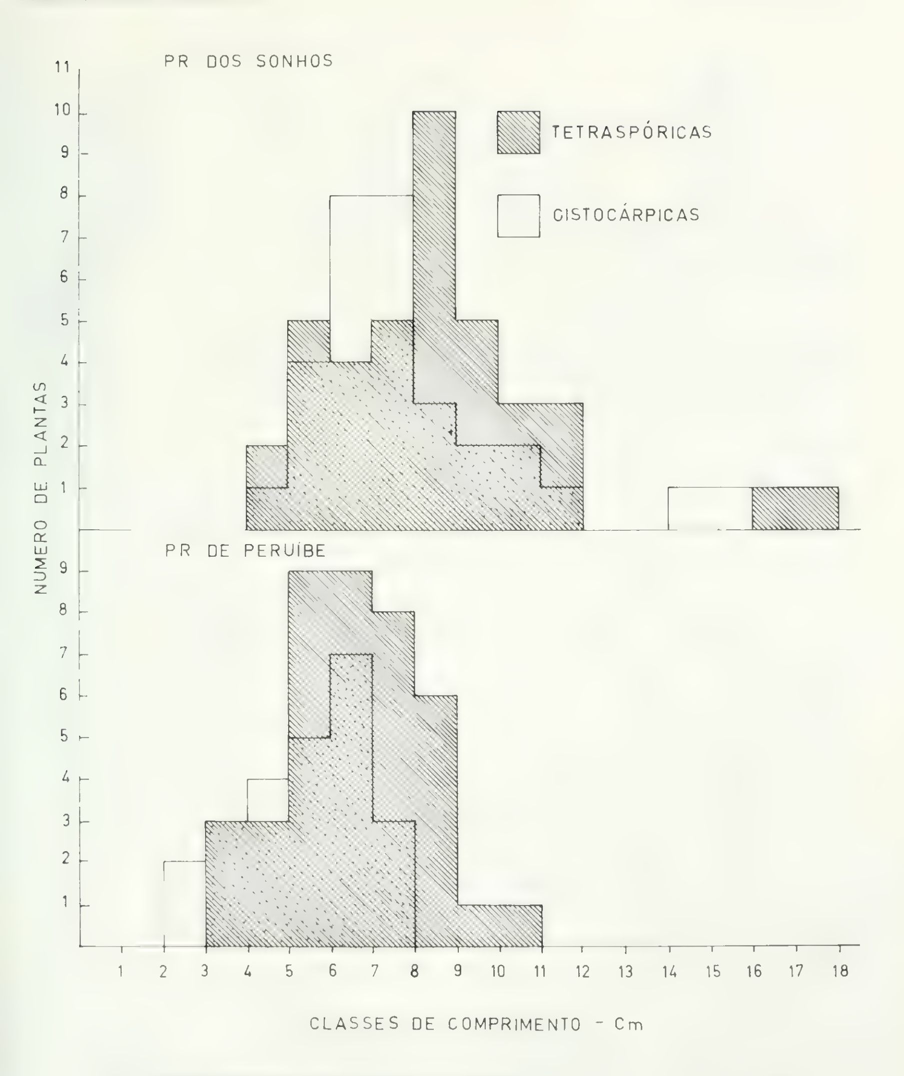
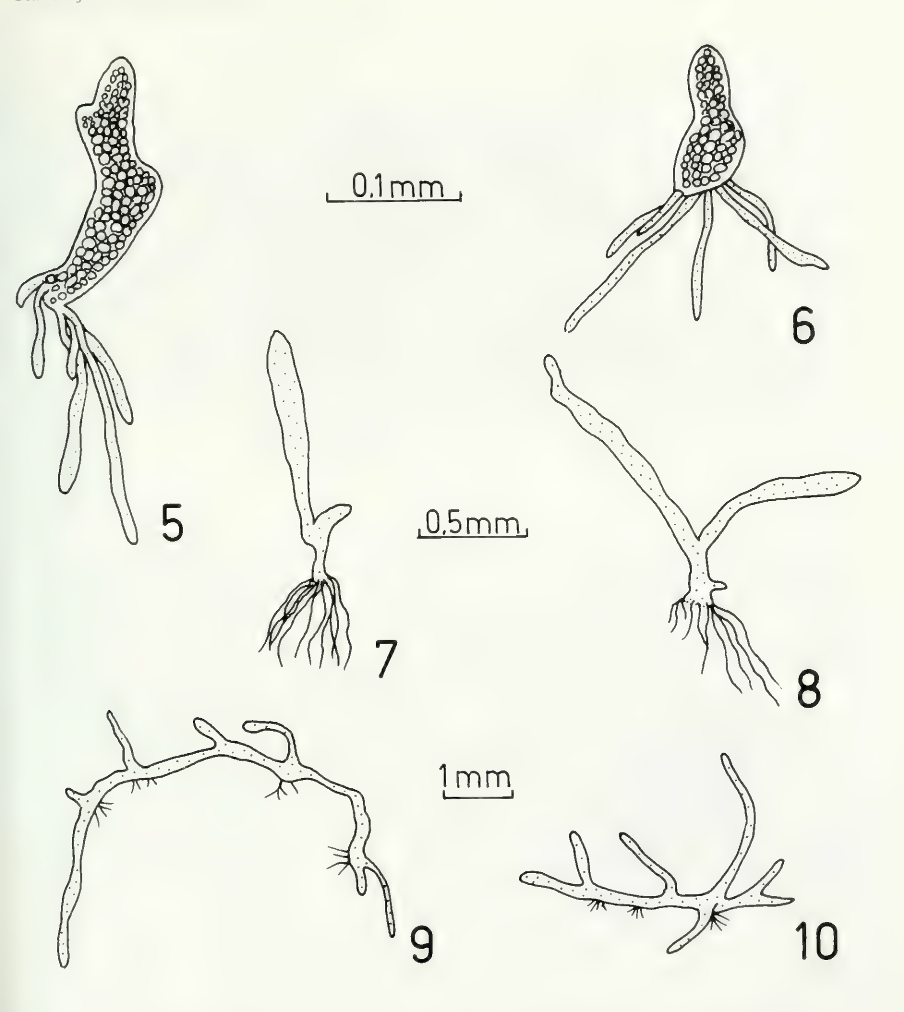


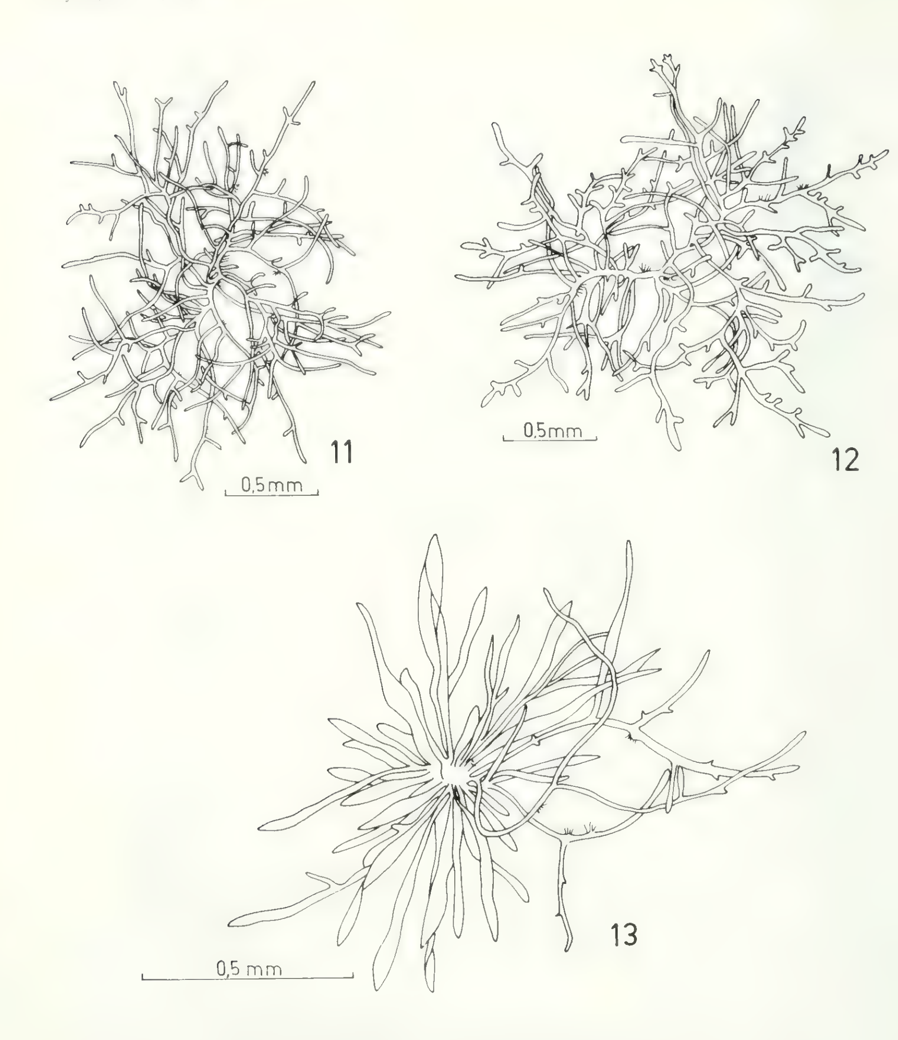
Fig. 1. Distribuição das fases reprodutivas em classes de tamanho, para amostras no Município de Itanhaém, SP (Ver Tabela I)



Fig. 2. Aspecto geral de plântulas coletadas na natureza, mostrando a porção basal formada por eixos cilíndricos estoloníferos fixos por apressórios. Figs. 3-4. Porção apical de ramos, ilustrando a abundância de estruturas reprodutivas. Fig. 3. Tetrasporângios. Fig. 4. Cistocarpos.



Figs. 5-10. Plântulas desenvolvidas fixas ao substrato. A esquerda, derivadas de tetrásporos, a direita, de carpósporos. Fgs. 5-6. Com 2 meses, mantidas em água do mar esterilizada. Figs. 7-8. Com 2 meses, transferidas para meio enriquecido (PES - 2 e 5 ml/l), após o 1º mês. Figs. 9-10. Com 3 meses, com o mesmo tratamento anterior



Figs. 11-12. Plântulas com 3,5 meses. Fig. 11. Derivada de tetrásporos. Fig. 12. Derivada de carpósporos Fig. 13. Plântulas com 3 meses, derivadas de tetrásporos, desenvolvidos agrupados. Cultivadas como segue 1º mês - fixas, em água do mar; 2º mês - fixas, em PES (5 ml/l) e 3 mês - destacadas, em PES (10 ml/l)



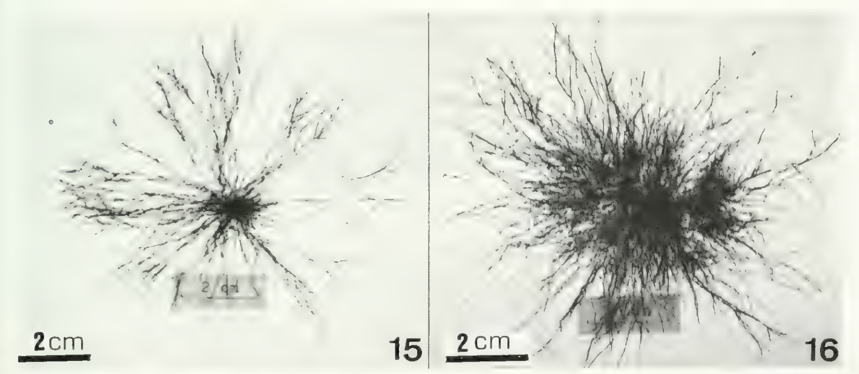


Fig. 14. Plântulas com cerca de 5 meses, desenvolvidas a partir de carpósporos (acima) e tetrásporos (abaixo), em meio VS (à esquerda) e PES, 10 ml/l (à direita). Fig. 15. Plantas com 11 meses, desenvolvidas a partir de tetrásporos, em VS. Fig. 16. Plantas com 11 meses, desenvolvidas a partir de tetrásporos, em PES

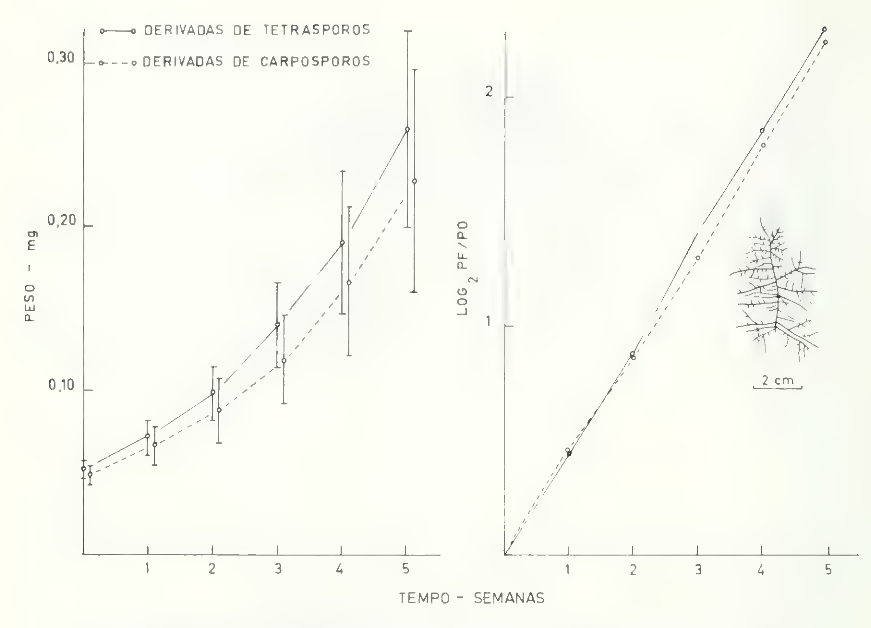


Fig. 17. Crescimento de ápices isolados em cultivo (PES - 20 ml/l). Acham-se assinalados a média e o desvio padrão, n = 16. A direita, aspecto geral dos ramos ao final do experimento.

Gayana, Bot. 45 (1-4):391-399, 1988 ISSN 0016-5301

CONCHOCELIS DE *PORPHYRA COLUMBINA* (RHODOPHYTA, BANGIACEAE): ESTUDIOS *"IN VITRO"* SOBRE ESCAPE A LA HERBIVORIA Y OBSERVACIONES DE TERRENO SOBRE SU ABUNDANCIA

CONCHOCELIS OF PORPHYRA COLUMBINA *(RHODOPHYTA, BANGIACEAE):* "IN VITRO" *STUDIES ON HERBIVORE AVOIDANCE AND FIELD OBSERVATIONS ON ITS ABUNDANCE*

Héctor Romo*
Sergio Navarrete**

RESUMEN

Se estudió en el laboratorio la herbivoria de dos especies de moluscos intermareales, *Chiton granosus* Frembly y *Collisella araucana* Orbigni sobre la fase conchocelis de *Porphyra columbina* Montagne. La fase conchocelis fue cultivada en trozos de conchas de *Tagelus dombeii* Lamarck y sobre porta objetos. Se demostró que no obstante ambas especies de moluscos pueden alimentarse de filamentos de conchocelis que se desarrollan sobre los portaobjetos, esta fase evita el ramoneo cuando crece en el interior de las conchas.

El muestreo de terreno mostró que conchocelis se encuentra presente en las placas del cirripedio *Jehlius cirratus* durante todo el año, en tanto que la población de gametófitos presenta una definida variación estacional.

ABSTRACT

The grazing activity of two intertidal species of molluscs, *Chiton granosus* Frembly and *Collisella araucana* Orbigni on conchocelis of *Porphyra columbina* Montagne was studied in the laboratory. The conchocelis phase was cultivated in pieces of shells of the bivalve *Tagelus dombeii* Lamarck and on microscope slides. It was demonstrated that notwithstanding both animal species can be able to graze on conchocelis developed on slides, this phase efectively avoids the grazing when it grows in the inner of the shells.

The field sampling shows that the conchocelis phase occurs during all the year in the plates of the cirriped *Jehlius cirratus*, whilst the gametophyte population shows a definite seasonal variation.

KEYWORDS: Grazing, Conchocelis, *Porphyra*, *Chiton*, *Collisella*.

INTRODUCCION

En numerosos trabajos se ha demostrado la resistencia a la herbivoria de la fase crustosa de diferentes algas intermareales que poseen ciclos de vida heteromórficos (Lubchenco y Cubit, 1980; Slocum, 1980; Dethier, 1981; Bertness et al., 1983; Littler y Littler, 1983) y, por otro lado, se ha probado la gran susceptibilidad a la predación por herbívoros de la fase erecta de estas algas (Lubchenco, 1978; Littler y Littler, 1980; Lubchenco y Cubit, 1980; Littler y Littler, 1983). Esta condición herbívoro-resistente a la fase crustosa unida a la condición herbívoro-susceptible de la fase erecta llevó a Lubchenco y Cubit (*op. cit.*) y Slocum (*op. cit.*) a plantear que la herbivoría es un factor controlador y determinador de los ciclos de vida heteromórficos en algas intermareales.

* Departamento de Oceanología
Universidad de Concepción
Casilla 2407 - 10
Concepción - Chile

** Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones
Instituto de Ciencias Biológicas
P. Universidad Católica de Chile
Casilla 114-D
Santiago - Chile

Las algas rojas del género *Porphyra* también presentan un ciclo de vida heteromórfico que consta de una fase erecta laminar y una fase alternante no-obligada llamada "conchocelis" de forma filamentosa, microscópica y de vida endolítica, habitando en el interior de sustrato calcáreo (Miura, 1975; Conway y Cole, 1977; Etcheberry y Collantes, 1977).

Una de las propiedades que se ha atribuido a la fase conchocelis, sin haberse probado hasta ahora, es la de resistir altas presiones de pastoreo, por lo que cumpliría un rol similar al de la fase crustosa de otras algas heteromórficas (Lubchenco y Cubit, 1980). Sin embargo, Clockie y Boney (1983) encontraron que en el submareal de Escocia una lapa del género *Acmaea* es capaz de raspar las conchas con su rádula y cortar los filamentos de conchocelis. Esta "herbivoría" podría verse favorecida por el hecho de que las algas endolíticas no pueden penetrar mucho en el sustrato, puesto que la fotosíntesis es inhibida por la falta de luz (Barnes y Klepal, 1976). También se ha sugerido que puede existir un balance entre la acción de los moluscos que raspan la concha superficialmente liberándola de incrustaciones que inhiben el paso de la luz y la protección ofrecida por el sustrato calcáreo (Clockie y Boney, op. cit.). Ninguna de estas posibilidades ha sido cuantificada ni estudiada experimentalmente.

En Chile las dos fases del alga *Porphyra columbina* Montagne (forma laminar y conchocelis) son capaces de originar la forma opuesta y también de autopropagación de acuerdo al esquema general planteado para el género (Etcheberry y Collantes, 1977). La mayor parte del conocimiento que se tiene de esta especie proviene del gametofito (Avila y Santelices, 1985; Candia y Cordeiro-Marino, 1985; Candia et al., 1985; Santelices y Avila, 1985). La información existente acerca de la fase conchocelis está referida fundamentalmente a estudios sistemáticos y a determinar las condiciones para cultivo *in vitro* (Etcheverry y Collantes, op. cit; Avila, et al., 1985; Candia, 1985). Solamente Matamala et al. (1985) han realizado estudios ecológicos, estimando su distribución intermareal y preferencia por diferentes tipos de sustrato calcáreo.

En el presente trabajo se evalúa la resistencia a la herbivoría de la fase conchocelis de *Porphyra columbina* en experiencias de laboratorio y se monitoreó la biomasa mensual de las fases gametofíticas y conchocelis en terreno.

MATERIALES Y METODOS

Cultivo Unialgal de Conchocelis sobre Sustrato Calcáreo.

Se seleccionó conchas de *Tagelus dombeii* Lamarck, para emplearlas como sustrato para el crecimiento de la fase conchocelis, a partir de una muestra tomada de conchales de mariscadores de Bahía Coliumo, Región del Biobío (72°57'W; 36°32'S). El criterio de elección de este material como sustrato se basó en que estas conchas son delgadas y bastante planas, lo que facilita la observación bajo microscopio, y en especial se consideró los resultados de Matamala et al. (1985) quienes la emplearon con éxito en el cultivo de conchocelis de la misma especie.

Las conchas de *T. dombeii* fueron lavadas y puestas a hervir por dos horas para soltar el periostraco. Después de eso fueron quebradas en trozos de alrededor de 0,5 cm^2 de superficie, seleccionándose los trozos más planos. Estos se adelgazaron con HCl concentrado hasta dejarlos translúcidos para permitir el paso de la luz del microscopio. Luego del baño en ácido las conchas fueron lavadas con abundante agua corriente y agua destilada y puestas a secar en una estufa a 60°C.

Los trozos de concha así obtenidos fueron pegados a portaobjetos usando "Permatex" (pegamento incoloro a base de silicona) y se dejaron ventilar por 3 días. Después de esto se pusieron en acuarios de vidrio y cubiertos con agua de mar filtrada (1 μm) para ser inoculados con una suspensión de esporas. Esta suspensión de esporas se obtuvo a partir de 40 g (peso fresco) de frondas de gametofito maduro, las que fueron lavadas y trozadas en 400 ml de agua de mar filtrada (1 μm de porosidad). Después de 12 horas se retiraron los trozos de fronda y se sembró los portaobjetos con conchas con la suspensión de carpósporas. Al día siguiente se agregó GeO_2 (1,6 ml sol. sat./l) para evitar la proliferación de diatomeas y después de 7 días se agregó $NaNO_3$ (1,8 mM) y NaH_2 PO_4 (98 uM), según McLachlan (1973) para la preparación del medio Schreiber de agua de mar enriquecida (no se añadió extracto de tierra). Las conchas sembradas se mantuvieron 27 días en una cámara de cultivo con un fotoperíodo de 18:6 y a una temperatura de 15°C.

El mismo procedimiento se empleó para preparar cultivos de conchocelis directamente sobre portaobjetos, con el fin de investigar la actividad

de herbivoría, de los animales en experimentación, en forma directa sobre los filamentos.

Para determinar la abundancia de filamentos desarrollados desde las carpósporas en las conchas y sobre los portaobjetos se usó una modificación de la metodología planteada por Matamala et al. (op.cit.). En el ocular del microscopio se trazó 3 transectos paralelos entre sí y se contó el número de filamentos que los intersectaban, haciendo pasar el haz de luz del microscopio a través de las conchas y usando un aumento de 160 X. En cada portaobjeto, ya sea con o sin conchas, se realizaron 9 recuentos. Todos los portaobjetos sembrados (ca. 100) fueron revisados de ellos se seleccionó los que presentaban una distribución más homogénea de filamentos, y se colocaron en las bandejas de experimentación.

Elección de los herbívoros y sus densidades

Para la elección de los moluscos, herbívoros potenciales de la fase conchocelis en las conchas, se puso atención principalmente en las características de sus rádulas. De acuerdo a Steneck y Watling (1982) los moluscos intermareales que presentan rádulas más aptas para penetrar en sustratos duros, como las conchas de moluscos, son aquellos que poseen una rádula de tipo docoglosa (lapas verdaderas de la Superfamilia Patellacea) y los con rádula tipo poliplacófora (todos los poliplacóforos). Considerando la abundancia de animales de estos grupos en la zona de estudio (Bahía de Coliumo) se eligió a *Collisella araucana* Orbigni y *Chiton granosus* Frembly para realizar los experimentos.

La densidad de los herbívoros en los experimentos se estableció con datos por Jara y Moreno (1983) para reclutamientos primaverales de especies intermareales de la zona de Mehuín. La densidad de *C. araucana* corresponde al máximo observado por estos autores para *Collisella* spp.: 547 ind./m^2 (9 individuos por bandeja de experimento). La densidad de *C. granosus* usada en los experimentos, 63 ind./m^2 (1 individuo por bandeja), está considerablemente aumentada con respecto a lo encontrado en medio natural por los autores mencionados, pero éste es el mínimo valor que se pudo obtener en las bandejas de experimentos.

Experimentos

Los animales de experimentación fueron puestos en bandejas de 10 cm de ancho por 16 cm de largo y aproximadamente 0,5 cm de alto (Fig. 1). Se usó esta altura para evitar que los animales se instalaran en las paredes. Previamente los individuos fueron mantenidos sin comer por 3 días. Se usaron 3 réplicas para cada especie y 3 controles, éstos últimos sin animales (Fig. 1). Los acuarios o bandejas se mantuvieron alternadamente inclinados u horizontales, con flujo de agua de mar continuo y luz natural. Todas las bandejas se taparon con una malla plástica transparente para evitar el escape de los animales.

Periódicamente se controló el curso de la experimentación, reemplazando los animales muertos por otros mantenidos sin comer desde el inicio de la experiencia y retirando las fecas para observarlas bajo microscopio. A los 8 días de iniciada la experiencia se controló la abundancia de filamentos y a los 27 días se realizó la evaluación final.

Para verificar el nivel de hambre y actividad de los animales al término de la experiencia anterior, se les ofreció discos de germinación de *Iridaea laminaroides* cultivados in vitro. Se cuantificó la abundancia de estos discos usando la misma metodología que para los filamentos y se puso un portaobjeto con discos en cada acuario (incluidos los controles) por una semana. Al término de este período se volvió a evaluar la densidad de discos y se analizó las fecas de los animales.

MUESTREO EN TERRENO

En el intermareal rocoso de la Estación de Biología Marina en Dichato se monitoreó mensualmente la población de gametofitos de *Porphyra* en áreas con y sin acceso a la cosecha de los pescadores recolectores de "luche". Para ello se extrajeron en cada oportunidad 20 cuadrantes de 100 cm^2 en cada una de las áreas. En el laboratorio las algas se lavaron en agua de mar, para eliminar la arena, y conchuelas y sobre cedazos se les dejó escurrir el agua por 10 minutos. Cada muestra se pesó en una balanza Sartorius con una precisión de 1 g.

La fase conchocelis se monitoreó también mensualmente. Para ello se tomaron 5 muestras de 100 cm^2 de la población del cirripedio *Jehlius cirratus* (Darwin) Ross (ex *Chthamalus cirratus* Darwin) sensu Newman 1979. Los individuos de cada muestra fueron fijados en formalina 5% en agua de mar; posteriormente los animales de cada muestra fueron eliminados de su exoesqueleto y

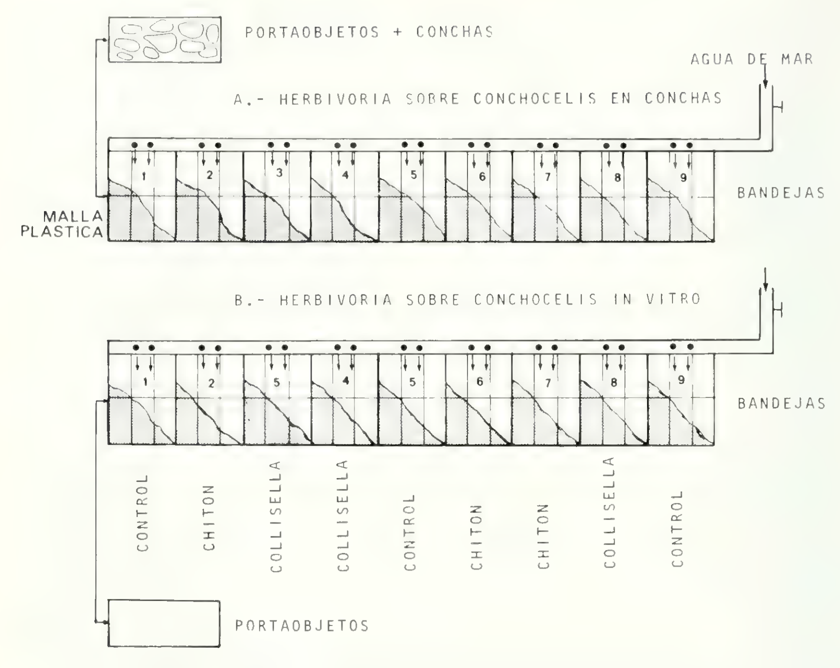


Fig. 1. Arreglo de las bandejas de experimentación. Para inclinar las bandejas se levantaron aproximadamente 5 cm de su parte posterior.

las placas se quebraron en trozos, limpiándolas de restos de tejidos. El recuento de filamentos se efectuó en 10 trozos por muestra que efectivamente contenían filamentos de conchocelis.

RESULTADOS

Los resultados de crecimiento de conchocelis, medidos como número de intersecciones en tres transectos del campo del microscopio, se observan en la Fig. 2-A. El mayor incremento del número de filamentos en las conchas con respecto al número inicial, correspondió a los tratamientos con *Chiton* y *Collisella* en tanto que en las bandejas control el crecimiento no fue significativo.

Las tasas de crecimiento diario fueron de 1,4% en las conchas sometidas a la acción de *Chiton*, 1,2% en el tratamiento con *Collisella* y 0,4% (no significativo) en el control.

Esto está indicando que los animales no ejercieron una acción de ramoneo sobre conchocelis desarrollado bajo la superficie de las conchas, y si esto ocurrió fue mínimo y no alcanzó a contrarrestar el crecimiento de los filamentos.

Durante los controles periódicos siempre se observó mayor cantidad de sedimentos y diatomeas sobre las conchas de los controles. En las otras bandejas sólo se acumularon fecas, las que se retiraron periódicamente. En el análisis de estas fecas, de ambas especies, se encontró princi-

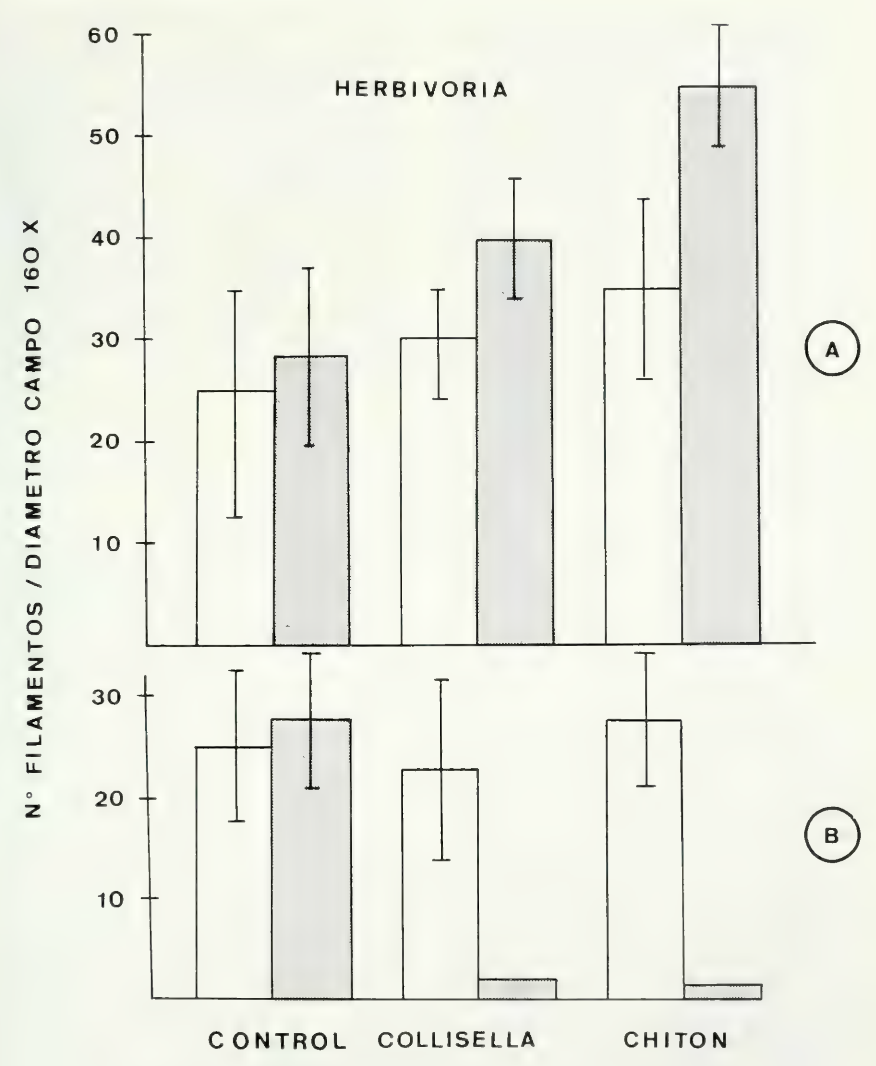


Fig. 2. Herbivoría de *Chiton granosus* y *Collisella araucana* sobre *Porphyra columbina*. A: Sobre conchas y B: Sobre portaobjetos

palmente diatomeas y algunas tetrásporas no identificadas. En una oportunidad apareció en poca cantidad restos de tejido de alga crustosa y tejido ulvoide.

Al ofrecerles discos de germinación de *Iridaea laminarioides* a los animales de experimentación para comprobar su nivel de hambre, éstos comieron rápidamente los discos dejando las placas casi completamente limpias, removiendo incluso algas unicelulares flageladas que se encontraban entre los discos de germinación. Al analizar las fecas de los animales al término de esta experiencia, no se logró reconocer restos de los discos de germinación pero sí se encontró abundantemente las algas unicelulares flageladas que se encontraban entre los discos.

En el experimento de herbivoría sobre la fase conchocelis desarrollada directamente sobre los portaobjetos se observó que después de una semana la acción de los quitones y *Collisella* significó una drástica disminución del número de filamentos, en tanto que en los controles no se detectó crecimiento significativo (Fig. 2-B). En este experimento fue posible observar directamente, a través del portaobjetos y desde el fondo de las bandejas, los movimientos del aparato bucal en su acción de ramoneo cuando los animales estaban en actividad; la observación del contenido del tracto intestinal reveló positivamente la presencia de filamentos de conchocelis y frústulos de diatomeas.

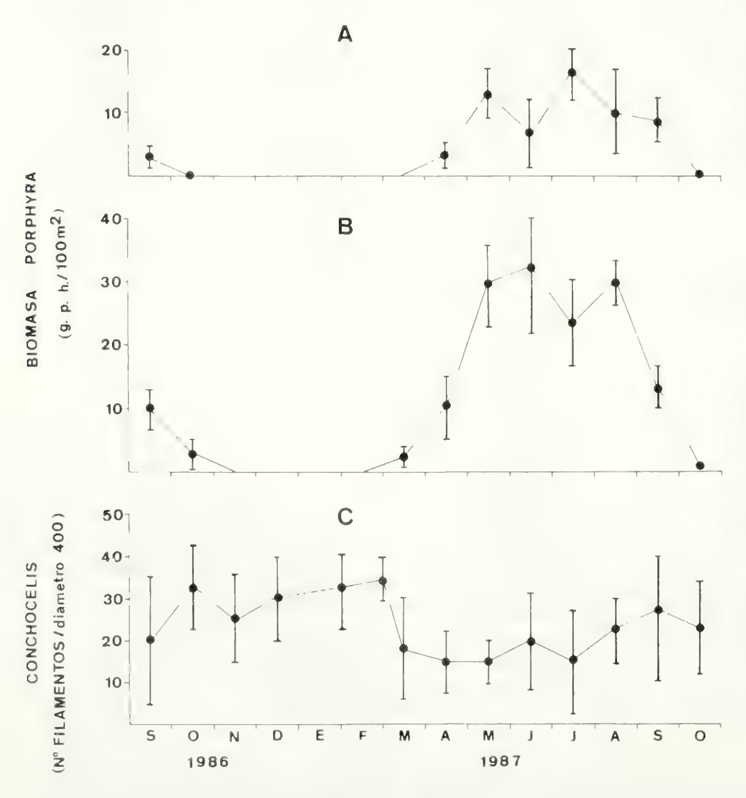


Fig. 3. Variación mensual de biomasa de *Porphyra* y abundancia de conchocelis sobre *Jehlius cirratus*. A: Area expuesta a la cosecha, B: Area protegida de la cosecha, C: Conchocelis en las placas de la población de *Jehlius*.

OBSERVACIONES DE TERRENO

El monitoreo mensual de las fases foliosa y conchocelis (Fig. 3) indica que los gametofitos se desarrollan desde febrero-marzo hasta septiembre-noviembre, con valores máximos de biomasa desde otoño hasta mediados de primavera. La tendencia de las curvas correspondientes a áreas con acceso a los cosechadores de "luche" (Fig. 3-A) y el área protegida (Fig. 3-B) es similar y la diferencia obviamente se refleja en los mayores valores de biomasa correspondiente al área protegida.

La fase conchocelis (Fig. 3-C), en cambio, se encuentra representada durante el año en las placas de los cirripedios y con fluctuaciones que no tienen una tendencia estacional definitiva.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Experimento de Herbivoría

A pesar de que los animales de experimentación pasaron por un período de ayuno antes del experimento, y que éste se prolongó por más de 3 semanas, ni *C. granosus* ni *C. araucana* comieron los filamentos de conchocelis presentes en las conchas.

Debe considerarse que la densidad de *C. araucana* que se usó corresponde a los valores más altos de reclutamiento primaverales entregados para *Collisella* spp. por Jara y Moreno (1983), y que la densidad de *C. granosus* usada es muy superior a la encontrada por estos autores, por lo que se considera que las densidades usadas corresponden a una condición de sobrepastoreo. Por otra parte los animales parecen no haber sufrido un estado de stress que les impidiera comer ya que *C. granosus* mostró gran actividad (principalmente nocturna) durante todo el experimento, y *Collisella*, aunque con muy poca actividad de desplazamiento, se observó comiendo sobre los discos de germinación de *I. laminarioides.*

Considerando estos antecedentes se concluye que tanto *C. granosus* como *C. araucana* no son capaces de ramonear sobre los filamentos de conchocelis en el interior de sustrato calcáreo, aun cuando falta otro tipo de alimento.

La elección de *C. granosus* como herbívoro predador potencial de la fase conchocelis solamente en base a su rádula puede no haber sido la más indicada puesto que esta especie presentó una gran actividad, y es difícil que un organismo tan activo invierta mucho tiempo en comer los pequeños filamentos de esta alga (ver Hughes, 1980 para una revisión de la teoría de dieta óptima).

Otros herbívoros intermareales tales como *Tegula atra* (Lesson), *Prisogaster niger* (Gray) y los litorínidos presentan rádulas de tipo tenioglosa con muy poca capacidad de penetración en sustratos duros (Steneck y Watling, 1982), por lo que no son pastoreadores potenciales de conchocelis en el intermareal. *Siphonaria lessoni* (Blainville), aunque muy abundante en la parte alta del intermareal, tampoco aparece como predador potencial de conchocelis ya que es un importante consumidor de algas frondosas (Jara, 1980). De acuerdo a este análisis las especies de la superfamilia Patellacea, tales como otras especies de *Collisella* o del género *Patella* podrían ser ramoneadores de conchocelis en el interior de conchas. Por supuesto es necesario hacer estudios experimentales de terreno para comprobar cualesquiera de estas posibilidades.

La presencia en muy baja cantidad de tejido celular de un alga crustosa así como de tejido ulvoide en las fecas de los herbívoros se atribuye a restos comidos con anterioridad al inicio de esta experiencia.

Los mayores porcentajes de crecimiento por día se observaron en los tratamientos (*Chiton* y *Collisella*), mientras que en los controles el crecimiento no fue significativo. Esto puede explicarse por la constante presencia de sedimentos y diatomeas sobre las conchas de las bandejas control, lo que puede haber interferido el paso de la luz, en cambio en las otras bandejas el movimiento de los animales y probablemente la acción ramoneadora superficial sobre las conchas mantuvo a éstas limpias durante el experimento, facilitando el crecimiento de los filamentos.

La resistencia al pastoreo de la fase conchocelis, al menos para las especies tratadas, está de acuerdo con lo esperado para las fases no erectas de las algas heteromórficas intermareales según la teoría de Lubchenco y Cubit (1980) y Slocum (1980), sin embargo la única manera de evaluar si el ciclo de *Porphyra columbina* se ajusta a este modelo, donde la herbivoría aparece como un factor controlador y determinador, es mediante la realización de experimentos de terreno.

El género *Collisella* usado en este estudio es

bastante cercano al género *Acmaea* al que pertenece la especie que sería capaz de cortar los filamentos en el interior de conchas. Esta capacidad no la posee *C. araucana*, pero no se descarta la posibilidad de que otras especies del género puedan cortar los filamentos en las conchas. Debe tenerse presente además que Clockie y Boney (1983) solamente encontraron conchas con marcas que ellos atribuyeron a la acción de *Acmaea* y no cuantificaron su ramoneo, por lo que aún es necesario investigar la verdadera acción de esta especie.

La relación entre los herbívoros en estudio y los filamentos de conchocelis resultó ser de tipo herbívoro-resistente y herbívoro-dependiente a la vez, características ambas presentes en las fases crustosas de otras algas intermareales (Slocum, op. cit; Dethier. op. cit; Bertness et al., 1983).

La metodología usada para obtener filamentos de conchocelis en sustrato calcáreo, en forma relativamente homogénea y cuantificable, puede ser útil para la realización de futuras actividades de terreno.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) para efectuar esta publicación.

BIBLIGRAFIA

Avila, M. y Santelices, B. 1985. Caracterización de dos poblaciones intermareales de *Porphyra columbina* Montagne. Res. II Congr. Nac. Algas mar. Chilenas. p. 9.

Avila, M., Santelices, B. and Mc Lachlan, J. 1986. Photoperiod and temperature regulation of the life history of *Porphyra columbina* (Rhodophyta, Bangiales) from central Chile. Can. J. Bot. 64: 1867—72.

Barnes, H. and Klepal, 1976. The transmission of radiation through cirripede shells: its relation to the penetration of endolithic algae and photic responses. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 21 (3): 235—248.

Bertness, M.D., Yund, P.O. and Brown, A.D. 1983. Snail grazing and the abundance of algal crust on a sheltered New England rocky beach. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 71: 147—164.

Candia, A. y Cordeiro-Marino, M. 1985. Estudios cariológicos en el género *Porphyra* C. Agardh (Rhodophyta, Bangiales). I. Número de cromosomas en *Porphyra columbina* Montagne. Res, II Congr. Nac. Algas Mar. Chilenas. p. 8.

Candia, A., Galleguillos, R y Reyes, E. 1985. Estudios de electroforesis en el alga *Porphyra columbina* Montagne. Res. II Congr. Nac. Algas Mar. Chilenas, p.9.

Clockie, J.J.P. and Boney, A.D. 1980. Conchocelis distribution in the Firth of Clyde: Estimates of the lower limits of the photic zone. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 46: 111-125.

Conway, E. and Cole, K. 1977. Studies in the Bangiaceae: Structure and reproduction of the conchocelis of *Porphyra* and *Bangia* in culture (Bangiales, Rhodophyceae). Phycologia 16(2): 205—216.

Dethier, M.N. 1981. Heteromorphic algal life histories: the seasonal pattern and response to herbivory of the brown crust *Ralfsia californica*. Oecologia 49: 333—339.

Etcheverry, H. y Collantes, G. 1977. Cultivo del luche, *Porphyra columbina* (Montagne, 1845) (Rhodophyta, Bangiaceae). Rev. Biol. Mar. 16(2): 195—202.

Hughes, R.N. 1980. Optimal foraging theory in the marine context. Oceanogr. Mar. Ann. Rev. 18: 423—481.

Jara, F., 1980. Herbivoría y dominancia competitiva de *Iridaea boryana* (Sech y Gardn) Skottsb. en un frente rocoso semiprotegido del sur de Chile. Tesis Universidad Austral de Chile. 28 pp.

Jara, F. y Moreno, C.A. 1983. Calendario de reclutamiento de organismos móviles de la zona mesomareal de Mehuin, Chile. Medio Ambiente 6(2): 72—79

Littler, M.M. and Littler, D.S. 1980. The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory test for a functional form model. Am. Nat. 116: 25—44.

Littler, M.M. and Littler, D.S. 1983. Heteromorphic life-history strategies in the brown alga *Scytosiphon lomentaria* (Lyngb.) Link. J. Phycol. 19:425—431.

Lubchenco, J. 1978. Plant species diversity in a marine intertidal community: importance of herbivore food preference and algal competitive abilities. Am. Nat. 112: 23—29.

Lubchenco, J. and Cubit, J. 1980. Heteromorphic life histories of certain marine algae as adaptation to variation in herbivory. Ecology 61(3): 676—687.

Matamala, M., Martinez, E., Etchepare, I. y Romo, H. 1985. Observaciones en terreno y estudios in vitro de la fase conchocelis de *Porphyra columbina* Montagne (Algae, Rhodophyta) Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. 56: 207—212.

McLachlan, J. 1973. Growth media—marine In: Handbook of Phycological Method (Ed. by J.R. Stein) pp. 25—51. Cambridge Univ. Press. London.

MIURA, A. 1975. *Porphyra* cultivation in Japan. In: Advance of Phycology in Japan. (Eds. J. Tokida y H. Hirose) pp. 173—204. Veb. Gustav Fisher Verlag Jena.

NEWMAN, W.A. 1979. On the biogeography on balanomorph barnacles of the southern ocean including new balanid taxa; a subfamily, two genera and three species. Proc. Int. Symp. on marine biogeography and evolution in the southern hemisphere. Vol. 1: 277—306.

SANTELICES, B. y AVILA, M. 1985. Bases biológicas para maximizar la cosecha del "luche" (*Porphyra columbina*) en Chile Central. Actas II Congr. Nac. Algas Mar. Chilenas. Renato Westermeier (Ed.) pp. 201—209.

SLOCUM, C.J. 1980. Differential susceptability to grazer in two phases of an intertidal algae: advantages of heteromorphic generations. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 71: 147—164.

STENECK, R.S. y WATLING, L. 1982. Feeding capabilities and limitation of herbivorous molluscs; a functional group approach. Mar. Biol. 68: 299—319.

VI TECNOLOGIA, MANEJO y ESTUDIO DE PRADERAS

Gayana, Bot. 45 (1-4):403-407, 1988

ISSN 0016-5301

ABORDAGEM TECNICA SOBRE A FICOCULTURA NO NORDESTE DO BRASIL

ENFOQUE TECNICO SOBRE FICOCULTIVO EN EL NORDESTE DE BRASIL

Clementino Câmara Néto*

RESUMO

A explotação desordenada das reservas algológicas do Nordeste do Brasil não tem representado um item de destaque na economia regional.

A partir do ano de 1978, pela primeira vez no Brasil, a UFRN iniciou uma programação destinada a incrementar a produção através do cultivo artificial de *Gracilaria* spp.

Das duas formas conhecidas de cultivo artificial, esporos e fragmentos de talos, deu-se preferência a esta última. A unidade básica do cultivo - o módulo, inicialmente construido com cordas de sisal e madeira é atualmente confeccionado com cordas de polietileno e canos de P.V.C. (Substrato Totalmente Sintético/All Sintetic Substratum - STS/ASS). A metodologia de Thomas e Raju modificada por Câmara Néto e Araújo (1978) foi utilizada nos experimentos. Foram desenvolvidos cultivos em viveiros estuarinos e regiões litorâneas. A porcentagem especifica de desenvolvimento PED[1], foi determinada segundo a fórmula $PED^{1} = M_t = M_d(1+1)^t$ encontrando-se una média de 5%, para as taxas minimas e máximas 2% e 9% PED.d[1]. A indicação do STS/ASS é recomendada em função da correlação benefício/custo

ABSTRACT

The explotation of the seaweed reserves in the Northeast of Brazil has not represented an item of prominence within the regional economy.

Since the year 1978, for the first time in Brazil, the UFRN has started a program for developing the production through the artificial culture of *Gracilaria* sp.

From the two known kinds of artificial culture, spores and clones the choice was given to the latter. The basic unit of cultivation, the modulus, initially constructed with cords of sisal and timber, at present, is made with cords of poliethylene and pipes of P.V.C. (Entirely Synthethic Substratum/ All Synthetic Substratum - STS/ASS). The methodology of Thomas and Raju modified by Câmara Néto and Araújo (1978) was used in the experiments. Some cultures in estuarines fish ponds and coastal regions were developed. The specific percentage of development PED[1] was determined according to the formula $PED^{1} = M_t = M_d (1+i)^t$, an average of 5% was found for the minimal and maximum rates, 2% and 9% PED.d[1]. The indication of the STS/ASS is recommended in function of the correlation profit/cost.

KEYWORDS: Seaweed, *Hypnea musciformis*, *Gracilaria* sp., modulus of cutivation, productivity, profit/cost.

INTRODUÇÃO

O Programa de Ficocultura que desenvolvemos no Nordeste do Brasil tem como clientela alvo, o campesino pescador. Nos últimos dez anos nos propusemos a desenvolver e/ou adequar uma tecnologia tão simples, que pudesse ser utilizada pelos pescadores, afastados da faina da pesca, ou por seus familiares, promovendo com isto uma ampliação da renda familiar. Para tanto, buscamos nos trabalhos de Raju e Thomas (1971) e nas Fazendas Marinhas Filipinas (Doty, 1973), soluções capazes de serem identificadas com a realidade sócio-economica e cultural do Nordeste do Brasil. O modelo organizacional que utilizamos,

*Departamento de Oceanografia y Limnología da Universidade Federal do Rio Grande do Norte Natal - Brasil

atualmente, está baseado no núcleo familiar do campesino pescador, com quem trabalhamos de maneira associativa, tanto no "Projeto Brahma" em andamento na Praia de Buzius-RN, como no "Projeto Piuma", recém instalado na Praia de Piuma, no Espírito Santo.

Nestes projetos, após o repasse da tecnologia, procuraremos incentivar o grupo no sentido de dar sua própria condução aos trabalhos desenvolvidos, bem como propor soluções aos problemas que surjam. Pelo fato de serem ainda duas unidades pioneiras, nos propusemos a orientar e procurar soluções para os problemas não resolvidos pela comunidade. Apesar do caráter extensionista dos projetos que realizamos, atualmente esta abordagem prende-se a convicção que desenvolvemos com a nossa experiência prática, segundo a qual a via de assimilação da ficocultura no Nordeste do Brasil não será, meramente, pelos seus aspectos técnicos e científicos do cultivo em si, porém, e além disto, pela perfeita interação do homem/ambiente/atividade.

Como se sabe a explotação dos bancos naturais de algas ainda é única fonte de suprimento do mercado interno e a externo deste vegetal marinho no Brasil, apesar dos avanços que se tem conseguido no desenvolvimento de tecnologia de. cultivo. Embora tenhamos realizado cultivos experimentais com *Hypnea musciformis* Câmara-Néto e Araujo (1978) e Lima et al. (1981), atualmente nos dedicamos, exclusivamente, ao cultivo de *Gracilaria* spp., pelo fato dos grandes importadores de *Hypnea musciformis* não a utilizarem mais como fonte de kappaı carragina, pela dificuldade de processamento e baixa concentração deste coloide. Além do mais, os preços pagos no Brasil, onde ainda esta é utilizada como matéria-prima, são inferiores a US$ 50.00/Ton, inviabilizando, economicamente, o seu cultivo, o que não acontece com a *Gracilaria* spp. cujo mercado de importação é bastante comprador, com ofertas superiores a US$ 750.00/ton.

MATERIAL E METODOS

O Substrato Totalmente Sintético/All Sintetic Substratum - STS/ASS, desenvolvido e modificado em trabalhos prévios por nós realizados em 1978, 1979, 1982 e 1984 (Câmara-Néto 1986a e 1986b), foi testado experimentalmente, em viveiros estuarinos e regiões litorâneas.

O modelo atual é um retângulo de 50 m x 2 m, perfazendo uma área útil de 100 m². Constituindo-se de 11 canos de 40 mm Ø tipo saneamento, de P.V.C., com 2 m de extensão, cujas extremidades são vedadas por "caps" de igual diâmetro, estes são ancorados a uma eqüidistância de 5 m com poitas de polietileno de 6 mm Ø a blocos de cimento de 40 cm x 40 cm x 60 cm. Os canos são ligados, entre si, por cordas de polietileno de 3 mm Ø onde são inseridos fragmentos de talos de *Gracilaria* spp., com 20 cm de comprimento a espaços regulares de 5 cm. Estas cordas são fixadas nos canos em espaços eqüidistantes de 10 cm. Fig. 1.

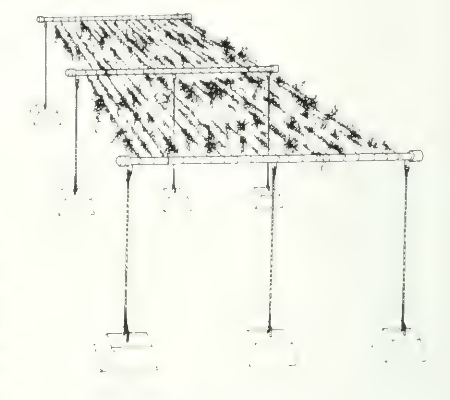


Fig. 1. Substrato totalmente sintético/STS.

Nesta abordagem se enfatiza:

a) Produtividade definida a partir da determinação do incremento de biomassa por unidade de tempo ou Percentual Específico de Desenvolvimento - PED.d⁻¹, calculado segundo a fórmula $M_t = M_0(1+i)^t$ onde M_0 = biomassa inicial, M_t = biomassa em t dias mais i.

b) Custo total de produção, que corresponde ao custo de operação mais o custo de capital. Este último, referindo-se à recuperação do capital asplicado na fase de implementação, com uma determinada taxa de retorno, no decorrer da vida útil de cada componente do investimento.

RESULTADOS

a) A produtividade já publicada em trabalhos prévios, 1986a e 1986b, é a seguinte:

Projeto Polissacáride I: Conduzido em viveiros, no estuário do Rio Potengi-(RN), de fundo lamítico com 35m x 20m x 1.2 m. O suprimento de água contínuo, feito por gravidade por manilhas de 76.2 cm. Ø Em um módulo de cultivo composto de corda de sisal de 10 mm O e madeira, foram plantados algas a uma densidade de 0.32 Kg/m² as quais, após 90 dias de cultivo, apresentaram uma densidade de 14.8 Kg/m² de algas, com um PED.d⁻¹ de 9%.

Projeto Casqueira: Conduzido em viveiro de fundo lamítico, com 100m x 200m x 1m no estuário do Rio Cunhaú-RN. O suprimento de água e renovação, feito a cada dez dias/mês, por gravidade, através de porta d'água de 1,5m x 2,5m. O substrato de cultivo com área de 60 m² foi feito com rede de pesca, com malhas de 30mm em moldura de madeira. As algas foram plantadas numa densidade de 0.32 Kg/m² e após 90 dias apresentaram uma densidade de 8.3 Kg/m², com um PED.d⁻¹ de 5%.

Projeto Algas: Conduzido em região litorânea protegida por recifes de arenito cimentado, fundo arenoso, na Praia de Buzius-RN. Substrato de cultivo de cordas de polietileno de 6 mmØ com área de 150 m² (15 segmentos de 10 m²) en moldura de bambu e, posteriormente, de madeira. As algas foram plantadas numa densidade de 0.20 Kg/m², após 90 dias apresentaram uma densidade de 17.0 Kg/m², com um PED.d⁻¹ de 5%.

Projeto Polissacáride II: Desenvolvido no mesmo local do projeto anterior. Substrato embora fixos e com estrutura de madeira, tinham características do módulo atual, 50m x 2m ou 100m². As algas foram plantadas numa densidade de 0,20 Kg/m² e apresentando após 90 dias, 3,25 Kg/m² com um PED.d⁻¹ de 2%. A área útil de cultivo foi de 4.000 m² distribuídos em 40 módulos de cultivo.

Projeto Marina: Desenvolvido na Ilha do Cajueiro, localizada no estuário do Rio Potengi - Natal-RN, em viveiro de fundo areno-argiloso, destinado, originalmente, ao cultivo de camarões, com 250m x 200m ou 5 Há. A renovação e abastecimento de água foi feita por bombeamento. O cultivo foi desenvolvido no Substrato Totalmente Sintético—STS/ASS, em uma área de 1 Há, tendo-se verificado uma densidade inicial de 0,32 Kg/m² e após 90 dias, de 9,50 Kg/m², com um PED.d⁻¹ de 5%.

Projeto Brahma: Este projeto foi iniciado en julho do corrente ano, em região litorânea de Buzius-RN, já utilizada em outros projetos, visando, atualmente, melhor definir a atividade do ponto de vista empresarial, nos seus aspectos de gerenciamento, definição de custo/benefício, otimização do uso do equipamento e seleção de algas mais adaptadas para o cultivo. Tendo-se verificado, em projetos anteriores, uma certa seletividade no que respeita ao desenvolvimento mais precoce e maior resistência às condições de cultivo, estamos desenvolvendo vários procedimentos de seleção das mesmas, cujas características de cultivo as torne elegíveis.

O projeto de seleção de mudas iniciado em uma área de 50m², metade de um módulo STS/ASS, conta, atualmente, com um canteiro

TABELA I

I T E M	Unidade	Quantidade	Custo Unitário US$	Custo total US$	Vida Util Anos	Custo Ha/ Trimestre US$	Custo de produção/Há US$
a) INVESTIMENTO DE IMPLANTAÇÃO							
Mudas *G. verrucosa*	Kg.	3.000	0.02	60.00	2	13.74	
Corda Poliet. 3 mm Ø	Kg.	280	4.70	1.316.00	10	301.40	
Cano P.V.C. 40 mm Ø	Mts.	2.200	0.75	1.650.00	10	377.85	
Caps P.V.C. 40 mm Ø	Um	2.200	0.75	1.650.00	10	377.85	
Alças de ancoragem	Uma	2.500	0.15	375.00	10	85.90	
Corda poliet. 6 mm Ø	Kg.	10	4.70	47.00	10	10.76	
Toaçu (Tauaçu)	Um	1.360	0.30	408.00	10	93.43	
Mão-de-obra	H/mes	18	50.00	900.00	10	580.50	1.841.43
b) CUSTO DE OPERAÇÃO							
Manejo	Mes	24	50.00	1.200.00		300.00	300.00
							2.141.43

de dois módulos, onde estão sendo produzidas para replante *Gracilaria* sp. RF01, BZ01 e TA01, tendo sido iniciado um projeto de transplante interregional destas algas. Tem sido verificado para uma densidade inicial de 0.32 Kg/m^2 uma densidade, após 90 días, de 8.0 Kg/m^2, com um PED.d^{-1} de 4%.

b) Custo total de produção:(Para efeito de cálculo de custo total, adotou-se o critério de "série uniforme", de matemática financeira, considerando as seguintes premissas:

— Unidade de tempo: trimestre, ciclo de desenvolvimento exponencial de *Gracilaria* spp.

— Taxa de retorno ou taxa mínima de atratividade de capital: 25% ao ano ou 1,88% ao mês.

O custo de produção foi estabelecido considerando-se áreas litorâneas de profundidade inferior a 1,50 m., na baixa mar, capazes de serem operacionalizadas sem auxílio de meios flutuantes e manejadas por 2 homes/Há, copropietários do empreendimento (Tabela I). Tomou-se como padrão de produtividade, para efeito de cálculo do custo de produção por Kg. de alga, os resultados obtidos em experimentos já desenvolvidos por nós (Tabela II e III). Considerando esta abordagem uma tentativa, preliminar, de sistematização da ficocultura em dimensão empresarial, acreditamos que apesar de economicamente viável a partir de uma produção de 14 ton/Há/ano, após o seu funcionamento pleno, o sistema STS/ASS poderá receber ajustes, tornando mais competitivo o seu custo de produção.

TABELA II

ANO	PROJETO	PED.d^{-1} %	PRODUTIVIDADE		Custo de Produção Kg/US$
			Kg/m^2 Peso seco	Kg/Há Peso seco	
1978	Polissacáride I	9	1.48	14.800	0.14
1979	Casqueira	5	0.83	8.300	0.25
1979	Algas	5	0.93	9.300	0.23
1982	Polissacáride II	2	0.35	3.500	0.61
1984	Marina	5	0.95	9.500	0.22
1987	Brahma	4	0.70	7 000	0.30

Considerando que no custo de produção (Tabela I) já está incluída a remuneração do capital em 25% a.a., inclusive a depreciação, do equipamento, levando-se em conta um preço de comercialização, conservador, de US$ 0.75/Kg. FOB, teremos un "lucro puro" de 22.9% a 435% (Tabela III).

TABELA III

PROJETO	Custo Prod. US$/Kg	Preço FOB US$/Kg	Lucro Puro US$/Kg	Rentabilidade %
Polissacáride I	0.14	0.75	0.61	435.7
Casqueira	0.25	0.75	0.50	200.0
Algas	0.23	0.75	0.52	226.0
Polissacáride II	0.61	0.75	0.14	22.9
Marina	0.22	0.75	0.53	240.0
Brahma	0.30	0.75	0.40	133.3

CONCLUSÕES

Em todos os projetos que realizamos, foram monitoradas apenas as algas que apresentaram desempenho economicamente significativo. A utilização de mudas coletadas, aleatoriamente, tem sido utilizada e foi adotada na expectativa de proporcionar um maior número de opções, podendo-se melhor selecionar espécies e/ou variedades mais vocacionadas para o cultivo.

Sem dúvidas, o cultivo em região litorânea apresenta-se mais atrativo que o cultivo em viveiros, de vez que este último apresenta custos adicionais como aquisição de terra, construções, etc. Além do mais, a pouca movimentação da massa d'água facilita a fixação de organismos, tais como espongiários, diatomáceas, perifitum ("fouling") e a putrefação provocada por fungos e bactérias. Acreditamos que, com a diminuição de tempo de residência das algas nos viveiros de 90 para 30 días, como os procedimentos adotados na China, tais problemas sejam superados.

BIBLIOGRAFIA

CÂMARA NÉTO, C. e ARAUJO, R.A., 1978. Informe preliminar sobre a implantação de uma fazenda piloto de cultivo de algas agarófitas. Projeto Polissacáride I, Simpósio Brasileiro de Aquicultura. Recife, Pernambuco. pp. 361-372.

CÂMARA NÉTO, C., 1986a. Seaweed Culture in Rio Grande do Norte, Brazil. XIIth. International Seaweed Symposium. Hydrobiologia 151/152: 363-367.

CÂMARA NÉTO, C., 1986b. Informe sobre el cultivo de Agarófitas y Carraginófitas en Rio Grande do Norte. Situación actual en Brasil. Taller de Trabajo "Acuicultura en América Latina", Fundación Internacional para la Ciencia "IFS". Lima, Perú.

DOTY, M.S., 1973. Eucheuma farming for carrageenans. Sea Grant. Adv. Rep. UNIHI-SEAGRANT-AR-73-02, Honolulu, HI. 21 pp.

LIMA, A.M. DE; CÂMARA NÉTO, C., DE OLIVEIRA FILHO, E.C., e DE ARAUJO, R.A., 1981. Cultivo experimental de *Hypnea musciformis* e *Gracilaria* sp. em áreas protegidas por antigas linhas de costa (recifes) no litoral do Rio Grande do Norte. SUDENE. Estudos da Pesca 9, CDU 639.64 (813.2)(083.9) Recife, pp. 95-107.

RAJU, P.V. and THOMAS, P.C., 1971. Experimental field cultivation of *Gracilaria edulis* (Gmel). Bot. Mar. 14:71-75.

Gayana, Bot. 45 (1-4):409-411, 1988

ISSN 0016-5301

ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS E CULTURAIS DA EXPLOTAÇÃO DE ALGAS NO NORDESTE DO BRASIL

ASPECTOS SOCIOECONOMICOS Y CULTURALES DE LA EXPLOTACION DE ALGAS DEL NORDESTE DE BRASIL

Clementino Câmara Néto*
Iunan Chaves Câmara**

RESUMO

A possibilidade de explotação das algas marinhas do Nordeste do Brasil foi considerada, pela primeira vez por Câmara Néto em 1966, logo iniciando—se a sua explotação comercial. A atividade, ainda desconhecida, trouxe novos ingressos ao orçamento doméstico sem ter logrado, todavia, modificações estruturais no sistema de valores da sociedade do campesino pescador, embora tenha sido possível observar—se modificações aparentes no seu comportamento sócio-econômico e cultural.

A análise do impacto sócio-econômico e cultural foi realizada a partir da observação participativa, técnica comumente utilizada em antropologia. Os aspectos econômicos foram elaborados a partir de dados estatísticos governamentais.

Conclui—se neste estudo preliminar, que existem indícios de lentas modificações nas relações de trabalho porém, não suficientes para modificar o sistema de valores das comunidades de coletores de algas no Nordeste do Brasil.

ABSTRACT

The possibility of the exploitation of seaweeds in the Northeast of Brazil was considered, for the first time by Câmara Néto in 1966, its commercial exploitation being initiated at once. That activity, still unknown, has brought new incomes to the domestic budget without having, however, attained any structural modifications in the systems of the society of the rural fisherman, though it had been possible to observe some seeming modifications in its social-economic and cultural behaviour.

The analysis of the social-economic and cultural impact was accomplished from the shared observation, a technique usually utilized in anthropology. The economic aspects were elaborated from some governamental statistic data.

In this preliminary study, we conclude that some evidence exists of slow modifications in the relations of labor, but, they are not enough to modify the systems of values in the communities of seaweed collectors in the Northeast of Brazil.

KEYWORDS: Seaweed, *Hypnea musciformis*, *Gracilaria* spp., harvest, social-economic and cultural aspects

INTRODUÇÃO

A intenção de proporcionar uma fonte de renda alternativa ao campesino pescador do Nordeste brasileiro, criou a necessidade de melhor conhecê—lo sócio—cultural e economicamente em relação a sus interação com o ambiente de trabalho.

O Nordeste do Brasil apresenta uma das mais baixas produtividade primária litorânea do mundo, influindo diretamente numa baixa produção pesqueira caracteristicamente sazonal, desenvolvida por mais de 76% de pequenos pescadores, pescadores artesanais e campesinos pesca-

*Departamento de Oceanografia e Limnología da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Natal Brasil.

**Secretaria de Educação e Cultura do Estado do Rio Grande do Norte

dores, cujo perfil foi delineado pelos imigrantes açoreanos, principalmente fixados no Nordeste, os quais eram, sobretudo, agricultores que practicavam a pesca da albacora, voador, tainha, etc., qualificando—se como campesinos pescadores. Estes constituiram uma sociedade solidária, tendo a família e/ou parentesco como núcleo gerador das comunidades litorâneas que foram constituindo o Nordeste e outras regiões litorâneas do Brasil.

Recentemente, em função da crise dos energéticos e dos estímulos governamentais para a agroindústria açucareira, somados a especulação imobiliária e a imposição do turismo interregional, verifica—se uma desestabilização nuclear da sociedade de campesinos pescadores, desfigurando este grupamento humano, cujos valores culturais e éticos, bem delineados e sedimentados no contexto mais amplo da sociedade brasileira, procura reencontrar a sua verdadeira identidade. A implantação, nos últimos 20 anos, da atividade extrativa da coleta de algas agarófitas e/ou carraginófitas tem, de uma certa forma, promovido uma reaproximação do campesino pescador com o seu primitivo ambiente de trabalho — o mar. A somatória da coleta e a expectativa do cultivo de algas vai, modestamente, recriando a estrutura solidária, que caracteriza a sociedade comunitária do campesino pescador, cujos valores e/ou ideologia são traços marcantes da sociedade litorânea brasileira. A criação de sociedades comunitárias de coletores de algas, a exemplo das antigas confrarias de pescadores lusitanos, iniciada na praia de Buzius, no Rio Grande do Norte, demonstra a importância desta atividade de suplementação de orçamento doméstico, cujo impacto sócio-econômico e cultural, por si só, poderá reverter as consequências negativas provocadas por atividades desvinculadas da sua realidade, impostas por uma política casuística de valores discutíveis.

MATERIAL E METODOS

Além da observação participativa efetuada durante as coletas de algas, realizamos entrevistas sobre a composição do orçamento doméstico e suas fontes de ingresso.

RESULTADOS

A atividade de coleta de algas é processada, segundo o ciclo mensal, nas marés de lunação, durante o qual é possível coletar num máximo de 12 dias/mês.

Duas são as maneiras de coletar algas no litoral do RN: A) em profundidades inferiores a 50 cm e B) em profundidades superiores, que necessitam de meios flutuantes e, conforme suas dificuldades, efetuadas por mergulho livre e/ou com pressão hiperbárica. Nas áreas de menor profundidades a coleta é realizada por mulheres e crianças, nas profundidade mais elevadas, exclusivamente, por homens (jovens de 18 a 30 anos).

Nos últimos 3 anos, os 15 principais bancos de *Gracilaria* spp. e *Hypnea musciformis* do Rio Grande do Norte produziram mais de 1.000 ton. de algas, das quais 80% eram *Gracilaria* spp. e 20% *Hypnea musciformis*.

A produção média para coleta em profundidades de até 50 cm. é de aproximadamente 50 Kg/peso seco H/mês; em mergulho livre a produção é 150 Kg/peso seco H/mês, enquanto que, com pressão hiperbárica, a produção pode atingir 500 Kg/peso seco H/mês. Esta última é apenas praticada na época do defeso, pelos pescadores clandestinos de lagosta.

Embora não hajam dados estatísticos sobre o número de pessoas envolvidas na atividade, em função da capacidade média de produção por H/mês, estimamos um envolvimento superior a 15.000 pessoas.

A comercialização das algas em valores que variam de US$0.08 a US$0.10, proporciona um ingresso ao orçamento do campesino pescador correspondente a:

TABELA I

TIPOS DE COLETA	ESPECIES	QUANTIDADE	PREÇO UNIT. US$/Kg	TOTAL US$
Profundidade de até 50 cm.	*Gracilaria* spp.	50	0.10	5.00
Profundidade de até 50 cm.	*H. musciformis*	50	0.08	4.00
Mergulho livre	*Gracilaria* spp.	150	0.10	15.00
Pressão hiperbárica	*Gracilaria* spp.	500	0.10	50.00

As pessoas envolvidas na coleta de algas em profundidades de até 50 cm e mergulho livre, normalmente não têm emprego fixo e a sua renda mensal é igual ou inferior a US$40.00. O que não ocorre com os mergulhadores sob pressão hiperbárica, cuja pesca, clandestina, de lagostas pode proporcionar ganhos superiores a US$500.00.

É comum várias pessoas de uma mesma família participarem dessa coleta. Os ingressos proporcionados por esta atividade podem promover um acréscimo de 10% no orçamento doméstico.

A divisão do trabalho de acordo com o sexo é bem nítida mesmo nas experimentações de cultivo que realizamos. Enquanto aos homens compete a preparação e fixação dos módulos de cultivo, as mulheres se responsabilizam pela fixação das algas nas cordas.

CONCLUSÕES

A sociedade de campesinos pescadores é conservadora, e tanto quanto lhe seja permitido, mantêm os padrões do patriarcado trazido pelos seus ancestrais. A decisão familiar de adotar uma nova atividade é determinada pela relação energia - remuneração. Segundo a constatação de Diegues (1983)... "toda atividade transformadora da natureza se processa por uma combinação específica dos fatores de produção (objetos, instrumentos e força de trabalho), organizados pelas relações de produção". E, ainda, "Efetivamente, mais do que qualquer outra atividade econômica, a pesca é influenciada pelas forças da natureza, com reflexos imediatos na regularidade da captura, na formação do excedente, no relacionamento dos grupos e classes sociais envolvidas no processo de produção". Conforme observamos, a coleta de algas, se adequa perfeitamente a este conceito.

Apesar da distorção dos contornos da sociedade de campesinos pescadores, provocada a partir do seu afastamento do local de trabalho, quando teve que ceder sua área residencial à especulação imobiliária, é provável que desde que se possa proporcionar uma atividade capaz de suprir suas necessidades financeiras, se possa deter a desestruturação desta minoria social, comprometida também, pela baixa produtividade pesqueira.

A explotação das algas, demonstrou que as comunidades litorâneas são abertas a assimilação de inovações capazes de utilizar recursos marinhos, renováveis, ainda não explotados. Por outro lado, nossas experimentações preliminares na maricultura nos levam a convicção de que a adesão da mão-de-obra recrutável, não oferece nenhuma dificuldade na aceitação e capacidade de assimilação da tecnologia de cultivo, ou, ainda no gerenciamento das áreas cultivadas.

Apesar de nossas observações terem sido iniciadas em período muito recente, há indícios razoáveis de que possamos, através de práticas tais como a maricultura de algas, desde que remunerativa, refazer nos seus contornos sócio-econômicos e culturais as sociedades do campesino pescador, evidentemente, dentro de uma ótica atual, que os capacite a repensar os aspectos positivos e negativos dos seus valores culturais e com isto possa evoluir dentro de uma concepção mais próxima da realidade contemporânea.

BIBLIOGRAFIA

CÂMARA NETO, C. 1966. Algumas algas de provável aproveitamento industrial, no litoral do Rio Grande do Norte. Nota prévia — Boletim do Instituto de Biologia Marinha da UFRN. Vol. 3 — dez., pp. 53—57

DIEGUES, A.C.S. 1983. Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar. São Paulo. Editora Ática. 1983. (Ensaios: 94).

Gayana, Bot. 45 (1-4):413-422, 1988 ISSN 0016-5301

PROSPECÇÃO DOS BANCOS DE ALGAS MARINHAS DOS ESTADOS DA PARAIBA, DE PERNAMBUCO E DE ALAGOAS. (PROFUNDIDADE DE 0 A 10 m)

PROSPECCION DE LOS BANCOS DE ALGAS MARINAS DE LOS ESTADOS DE PARAIBA, DE PERNAMBUCO Y DE ALAGOAS. (PROFUNDIDADES DE 0 A 10 m).

M.V. Ferreira[1]
S.M.B. Pereira[2]
F.A.F. de Carvalho[3]
G.C. Teixeira[1]
E.A.C. Guedes[4]
L.B. Paes e Melo[2]
S.M.G. de Mattos[1]
R.L. da Silva[1]
M.E.B. Pedrosa[2]
G.V.S. Carvalho[5]

RESUMO

Apresentam-se resultados do levantamento dos bancos de macroalgas marinhas dos litorais dos Estados de Paraiba, de Pernambuco e de Alagoas, situados entre as isóbatas de 0 a 10 m, realizado no periodo de 1982 a 1986, pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste-SUDENE, através de Convênios com a Superintendência do Desenvolvimento de Pesca-SUDEPE e Comissão Interministerial para os Recursos do Mar - CIRM, com a participação das Universidades Federais, da Paraíba (UFPB), de Pernambuco (UFPE), Rural de Pernambuco (UFRPE) e a Universidade de São Paulo (USP), cujo objetivo básico foi avaliar os estoques das macroalgas de importância econômica, passíveis de explotação. Constitui uma contribuição para o conhecimento da flora ficológica marinha do Nordeste, ainda pouco estudada. Proporcionam-se informações sobre as áreas de cada banco estudado, a biomassa total, a biomassa média por unidade de área, espécies encontradas e outros dados para explotação deste valioso recurso marinho. Efetuou-se o mapeamento e a estimativa da biomassa de 13 bancos, sendo quatro na Paraiba (1.032,00 Há), cinco em Pernambuco (3.379,97 Há) e quatro em Alagoas (252,60 Há). Os bancos mencionados apresentaram-se com uma biomassa total em peso fresco de 7.846,60 ton, 38.824,60 ton e 4.312,50 ton, para a Paraíba, Pernambuco e Alagoas, respectivamente.

[1]Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste Cidade Universitária - Recife - Pernambuco - Brasil

[2]Universidade Federal Rural de Pernambuco
Caixa Postal 2071 - Recife - Pernambuco - Brasil

[3]Núcleo de Estudos e Pesquisas dos Recurso do Mar do Universidade Federal de Paraíba - João Pessoa - Paraíba - Brasil

[4]Universidade Federal de Alagoas
Centro de Ciências Biológicas - Maceió - Alagoas - Brasil.

[5]Superintendência de Desenvolvimento de Pesca - Entreposto de Pesca Cais de Santa Rita - Ricife - Pernambuco - Brasil

ABSTRACT

This paper is concerned with the survey of marine macroalgae beds which are located at the States of Paraiba, Pernambuco and Alagoas coast, in area between 0 and 10 m isobath.

The main purpose was to make an estimate of the stocks of commercial algae available for exploitation. Besides its practical interest, this paper represent a significant contribution to marine phycological flora knowledge of the region. This includes data on each specific area under study, total biomass, average biomass, existing species and other data considered useful for exploitation activities of this renewable resource.

The biomass in the thirteen banks, seeing that four located at Paraiba, five at Pernambuco and four at Alagoas, was mapped and estimated. Total aproximated area of the banks was 1.032,00 Há, 3.379.97 Há and 252.60 Há and the total biomass in fresh weight was 7.846.60t, 38.824.60t and 4.312.50t, for the States of Paraiba, Pernambuco ad Alagoas, respectively.

KEYWORDS: Seaweeds, biomass, stocks, Brasil.

INTRODUÇÃO

Em termos de recursos naturais renováveis, oriundos do mar as algas detêm uma elevada importância econômica, estando, provavelmente, entre os organismos marinhos que atingiram o maior nível de aproveitamento industrial. Delas são extraídos os mais variados produtos, servindo como fonte de matéria-prima na produção de adubos, tintas, vernizes, cosméticos, produtos farmacêuticos e alimentícios, entre outros, destacando-se, sobretudo, como fonte produtora de ficocolóides (Agar-Agar, Alginato e Carragenina). Isto faz com que sua demanda atual seja superior à disponibilidade dos estoques até agora detectados e seu preço alcance uma elevada cotação nos mercados interno e externo, o que justifica plenamente os trabalhos de prospecção de novas áreas de ocorrência. Com tais trabalhos, espera-se determinar o potencial daquelas espécies e com isso promover sua exploração em nível empresarial.

No Brasil, a preocupação pelo estudo das algas por parte de pesquisadores brasileiros é recente, e as primeiras informações sistemáticas a respeito da flora ficológica brasileira datam de 1957, graças aos trabalhos desenvolvidos por Joly e colaboradores. Em vista disto, é compreensível que estudos de ficologia aplicada só tenham se desenvolvido nos últimos anos por Oliveira Filho (1981) e Câmara Neto (1971 a e b).

O presente trabalho, efetuado pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste SUDENE, com a participação da Superintendência do Desenvolvimento da Pesca - SUDEPE, de Universidades Brasileiras — UFRN, UFPB, UFPE, UFRPE, UFAL, USP e da CIRM, constituiuse um segmento do Projeto Algas e assemelha-se àquele realizado, em 1979, no Estado do Rio Grande do Norte (Série: Brasil. SUDENE. Estudos de Pesca N° 9). Tem por objetivo coletar informações de natureza qualitativa e quantitativa sobre espécies de algas existentes na plataforma continental dos Estados da Paraíba, de Pernambuco e de Alagoas, entre as isóbatas de 0 a 10 m com ênfase às espécies de maior relevância comercial, bem como localizar, delimitar, mapear os principais bancos existentes e estimar seu potencial.

MATERIAL E METODO

Os bancos de algas marinhas agarófitas e agaraoidófitas existentes no Nordeste, geralmente são explorados em áreas cujas profundidades não excedem a 10 m e, na prática, tem-se observado que, além dessa profundidade, torna-se difícil um trabalho sistemático de colheita. Por conseguinte, nos trabalhos de levantamento dos bancos de algas, as áreas pesquisadas ficam restritas às isóbatas de 0 a 10 m (ver mapa a seguir).

A pesquisa foi dividida em duas etapas:

a) varredura de toda a plataforma continental dos Estados pesquisados, nas aáreas situadas entre as isóbatas de 0 a 10 m através de perfis realizados a intervalos de 3 milhas;

b) seleção dos bancos detectados e levantamento qualitativo e quantitativo de algas de importância comercial.

As operações de mergulho, coleta de material algológico, mapeamento, dimensionamento e localização dos bancos foram realizadas por mergulhadores profissionais supervisionados por técnicos da SUDENE, utilizando-se embarcações de pequeno porte e calado, através de contratos e/ou convênios.



Fig. 1. Litoral do nordeste do Brasil mostrando as áreas de prospecção de macroalgas marinhas

A delimitação dos bancos foi nas áreas em que a colonização do fundo, por algas, era contínua. Tal fato implica em que, algumas frações de área em cada banco estudado tenham sido excluídas.

A primeira etapa teve por objetivo detectar os bancos de algas de interesse econômico e para este fim, foram traçãdos um total de 76 perfis perpendiculares à costa, sendo 23 na Paraíba 22 em Pernambuco e 31 em Alagoas, efetuando-se em cada um, seis estações de coleta, distribuídas nas seguintes isóbatas: 0,0, 2,0, 4,0, 6,0, 8,0 e 10,0 m.

Foram efetuadas cinco amostragens, destinadas a coleta de material algológico, em cada estação. Em toda área pesquisada foram realizadas 456 estações, computando-se 138 na Paraíba, 132 em Pernambuco e 186 em Alagoas.

As amostragens consistiram no lançamento de quadrados de ferro com 0,50 m de lado que, de bordo da embarcação, era jogado aleatoriamente ao mar sendo recolhido todo material contido no mesmo.

As estações foram determinadas em função da profundidade que em cada perfil, iniciava-se na isóbata de 0,0 m até a última estação, com 10,0 m. Para tornar possível a determinação das isóbatas trabalhadas, recorreu-se à tábua das marés, publicada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha, tendo por referência o porto mais próximo às praias prospectadas. As alturas obtidas foram lançadas em gráficos, donde obteve-se a profundidade real no instante da coleta. A aferição das profundidades foi feita com o auxílio de um fio de prumo e por ecosondagem.

Objetivando estimar a biomassa de cada banco, foram traçados, nos mesmos, dois transectos perpendiculares entre si. Em cada um deles foram coletadas 20 amostras, perfazendo em total de 40 por banco. A distância entre as amostras foi variável subordinando-se à dimensão de cada banco.

Todo o material algológico encontrado no interior dos quadrados (0,25 m^2) foi recolhido pelos mergulhadores que o colocaram em sacos plásticos, devidamente etiquetados e numerados com referência a cada estação.

A seguir o material era fixado em uma solução de formol a 4% e remetido para o Laboratório de Taxonomia do Mestrado de Botânica da UFRPE, onde eram efetuadas a triagem, a identificação e a herborização. Uma parte do material ficou depositada nesta Instituição.

Durante a segunda etapa, realizou-se a pesagem individual das espécies dominantes, em termos de biomassa, nas 40 amostragens feitas em cada banco.

—RESULTADOS

— RELAÇÃO DAS ESPÉCIES ENCONTRADAS

CHLOROPHYTA
- Ulvales
  - Ulvaceae
    - *Enteromorpha* sp
    - *Ulva fasciata* Delile
    - *Ulva lactuca* Linnaeus
- Cladophorales
  - Cladophoraceae
    - *Chaetomorpha* sp
- Siphonocladales
  - Valoniaceae
    - *Valonia ventricosa* J. Agardh
    - *Chamaedoris peniculum* (Ellis et Solander) Kutze
- Codiales
  - Codiaceae
    - *Codium isthmocladum* Vickers
    - *Halimeda incrassata* (Ellis et Solander) Lamouroux

Halimeda opuntia (Linnaeus) Lamouroux
Halimeda tuna (Ellis et Solander) Lamouroux
Halimeda sp
Penicillus capitatus Lamarck
Udotea flabellum (Ellis et Solander) Howe
Caulerpales
Caulerpaceae
Caulerpa cupressoides (Vahl) C. Agardh
Caulerpa cupressoides var. Lycopodium
Caulerpa cupressoides var. típica
Caulerpa lanuginosa J. Agardh
Caulerpa mexicana Sonder
Caulerpa prolifera (Forsskal) Lamouroux
Caulerpa racemosa J. Agardh
Caulerpa verticillata J. Agardh
Bryopsis pennata Lamouroux

PHAEOPHYTA
Dictyotales
Dictyotaceae
Dictyopteris delicatula Lamouroux
Dictyopteris justii Lamouroux
Dictyopteris plagiograma (Montagne) Vickers
Dictyota cervicornis Kutzing
Dictyota ciliolata Kutzing
Dictyota dichotoma (Hudson) Lamouroux
Dictyota dendata Lamouroux
Dictyota divaricata Lamouroux
Dictyota indica Sonder "in" Kutzing
Dictyota jamaicensis Taylor
Dictyota mertensii (Martius) Kutzing
Dictyota sp
Lobophora variegata (Lamouroux) Womerley
Padina gymnospora (Kutzing) Vickers
Padina sanctae crucis Borgesen
Padina vickersiae Hoyt e Howe
Spatoglossum schoroederi (Agardh) Kutzing
Fucalles
Sargassaceae
Sargassum cymosum Agardh
Sargassum vulgare Agardh

RHODOPHYTA
Nemaliales
Gelidiaceae
Gelidiella acerosa (Forsskal) Feldmann e Hamel
Gelidium floridanum Taylor
Galaxaura cylindrica (Ellis et Solander) Lamouroux
Galaxaura marginata (Ellis et Solander) Lamouroux
Galaxaura sp
Gigartinales
Solieriaceae

Solieria tenera (J. Agardh) Wynne e Taylor
Gracilaria cervicornis (Turner) J. Agardh
Gracilaria cylindrica Borgesen
Gracilaria cuneata Dreschoug
Gracilaria debilis (Forsskal) Borgesen
Gracilaria domingensis (Kutzing) Sonder e Collins
Gracilaria ferox J. Agardh
Gracilaria sjoestedtii Kylin
Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss
Gracilaria sp
Hypneaceae
Hypnea cervicornis J. Agardh
Hypnea musciformis (Wulfen) Lamouroux
Gigartinaceae
Gigartina acicularis (Wulfen) Lamouroux
Cryptonemiales
Corallinaceae
Amphiroa fragilissima (Linnaeus) Lamouroux
Amphiroa rigida Lamouroux
Corallina cubensis (Montagne) Kutzing
Corallina subalata Ellis et Solander
Jania adhaerens Lamouroux
Jania capillaceae Harvey
Fosliella sp
Lithothamnium sp
Cryptonemiaceae
Cryptonemia crenulata J. Agardh
Cryptonemia luxurians (Agardh) J. Agardh
Halymeda agardh De Toni
Rhodomeniales
Champiaceae
Champia feldmannii Diaz - Piferrer
Botryocladia occidentalis (Borgesen) Kylin
Ceramiales
Ceramiaceae
Ceramiun tenuissimum (Lynbgye) J. Agardh
Haloplegma duperrey Motagne
Spyridia filamentosa (Wulfen) Harvey
Rhodomelaceae
Acanthophora spicifera (Vahl) Borgesen
Amansia multifida Lamouroux
Bryothamnion seaforthii (Turner) Kuetzing
Bryothamnion triquetrum (Gmelin) Howe
Chondria sedifolia Harvey
Digenia simplex Wulfen
Enantiocladia duperreyi Agardh Falkenberg
Herposiphonia secunda (Agardh) Falkenberg
Laurencia fragelissima
Laurencia papilosa (Forsskal) Greville
Polysiphonia denudata (Dillwyn) Kuetzing
Polysiphonia ferulacea J. Agardh
Polysiphonia subtilissima Montagne

Protokuetzingia schottii Taylor
Vidalia obtusiloba (Mertens) J. Agardh
Dipterosiphonia dendritica (Agardh) Schmitz
Eucheuma echinocarpum Areschoug
Angiospermae
Halodule wrightii
Halodule sp
Halophila sp

CARACTERISTICAS DOS BANCOS DE ALGAS MARINHAS DETECTADOS

—No Estado da Paraíba

Como resultante dos trabalhos de varredura, feitos em toda área estudada, foram detectados quatro bancos possuidores de uma flora algológica de importância comercial, tendo estes bancos recebidos os nomes das praias que ficavam mais próximas às suas áreas.

Assim sendo, foram registrados os bancos da Penha, Tambaú, Bessa e Cabedelo.

—Banco da Penha

Foi localizado em frente à praia do mesmo nome (07° 10' 00" S — 34° 47' 05" W) com uma área de aproximadamente 398,4 Há. Apresenta uma biomassa média em torno de 0,879 Kg/m² e uma biomassa total estimada de 3.501,7 ton (peso fresco).

Dentre as espécies dominantes e economicamente exploráveis destacaram-se as seguintes algas: *Gracilaria cervicornis*, *Hypnea musciformis* e *Solieria tenera*, que em conjunto representaram 21,1% da biomassa total do banco.

Além destas, outras espécies que se destacaram, em função de sua biomassa, foram: *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa racemosa*, *Amansia multifida* e *Bryothamnion seaforthii*.

—Banco de Tambaú

Localizado na praia de Tambaú (07° 06'06"S; 34° 49' 00"W) com uma área de aproximadamente 30,0 Há.

Sua biomassa média está em torno de 0,714 Kg/m² e a biomassa total estimada é de 214 ton (peso fresco).

Fazendo parte das espécies dominantes e de interesse econômico, destacam-se: *Solieria tenera* e *Hypnea musciformis*, que representaram, em conjunto, 17,5% da biomassa total do banco.

Outras espécies com biomassa elevada são: *Sargassum vulgare*, *Caulerpa racemosa* e *Halimeda opuntia*.

—Banco do Bessa

Situado na praia do Bessa (07° 04' 05" S — 34° 50' 00" W) com 145,6 hectares de área.

Sua biomasa média é da ordem de 1,050 Kg/m² e a biomassa total estimada é de 1.530 ton (peso fresco).

Fazendo parte das espécies dominantes e de importância econômica, evidenciaram-se as seguintes: *Solieria tenera*, *Gracilaria cervicornis* e *Hypnea musciformis*.

Também, relacionado com a sua biomassa, destacaram-se: *Bryothamnion seaforthii*, *Sargassum vulgare*, *Dictyopteris delicatula* e *Amansia multifida*.

—Banco de Cabedelo

Localizado em frente à cidade portuária de Cabedelo (06° 58' 05" S — 34° 50' 00" W), constitui-se no mais extenso banco localizado no decorrer dos trabalhos de prospecção, neste Estado. Estendese desde a praia de Ponta de Mato até a Ponta de Campina com uma extensão aproximada de 9 km, e área de 458 Há.

Desde 1973 que este banco é explorado comercialmente, o que deu ao município de Cabedelo uma posição de destaque como productor desse recurso marinho. Possui uma biomassa média em torno de 0,568 Kg/m² e a sua biomassa total estimada foi de 2.601 ton.

Como espécies dominantes e economicamente exploráveis nele destacaram-se as seguintes: *Gracilaria cervicornis*, *Cryptonemia crenulata* e *Hypnea musciformis*, que representaram 33% da biomassa total do banco.

Além das espécies citadas, outras que se destacaram foram: *Sargassum vulgare*, *Vidalia obtusiloba*, *Amansia multifida*, *Dictyopteris delicatula* e *Protokuetzingia schotii*.

—**No Estado de Pernambuco**

Na área estudada localizaram-se cinco bancos a saber: banco de Tabatinga, banco de Pontas de Pedra, banco de Itamaracá, bando de Maria Farinha e banco de Cupe, sendo todos bastante relevantes em funçaõ da presença de algas marinhas de importância econômica.

—**Banco de Tabatinga**

Situado no Município de Goiana (07° 36' 05" S e 34° 48' 30" W), apresenta uma área de cerca de 384,2 Há. Sua biomassa média é da ordem de 2,1 Kg/m², estimando-se ser detentor de um total de 7.940,8 ton em peso fresco.

Dentre as espécies dominantes, encontrou-se com maior evidência: *Penicillus capitatus*, com 31,74%, *Hypnea musciformis*, com 21,2% e *Gracilaria verrucosa*, com 6,1%. Também encontradas abundantes e possíveis de serem exploradas, temos: *Sargassum vulgare*, com 4,5% e *Gracilaria domingensis*, com 4,2%.

—**Banco de Pontas de Pedra**

Também situado no Município de Goiana (07° 38' 00" S e 34° 47' 30" W), apresenta uma área de 1.365,5 Há. Sua biomassa média foi cerca de 1,1 Kg/m², com um total estimado de 14.856,6 ton em peso fresco.

Gracilaria verrucosa foi a espécie dominante e que apresentou 25% da biomassa total e, vindo a seguir, *Gracilaria cervicornis* com 10,6% e *Protokuetzingia schotii* com 9,5%. Outras que poderão ser aproveitadas são: *Gracilaria debilis* com 8,0% e *Vidalia obtusiloba* com 4,8%.

—**Banco de Itamaracá**

Localizado no Município do mesmo nome (07° 45' 08" S e 34° 48' 30" W), possui uma área de 1.096 Há. Sua biomassa média é da ordem de 0,9 Kg/m² e a disponibilidade total estimada está em torno de 9.864,0 ton em peso fresco.

Como espécie dominante encontrou-se *Gracilaria verrucosa*, que apresentou 13,4% da biomassa total. Além dela como mais frequentes e também abundantes a *Gracilaria cervicornis* com 6,0% e *Gracilaria domingensis* com 3,1%. Outras espécies que poderão ser aproveitadas são *Vidalia obtusioloba* e *Gracilaria debilis* que apresentaram-se com 2,3% e 1,6% da biomassa total, respectivamente.

—**Banco de Maria Farinha**

Situado no Município de Paulista (07° 51' 05" S e 34° 49' 30" W), apresentou-se com 416,5 Há de área. Nele a biomassa média apresentou-se em torno de 1,0 Kg/m² e o total resultou em aproximadamente 4.081,7 ton em peso fresco.

Como componentes principais desta biomassa destacaram-se *Protokuetzingia schotii* com 12,1%, *Gracilaria domingensis* com 9,4% e *Hypnea musciformis* com 6,1%.

Ainda como espécies bastante frequentes, fazendo parte desta mesma biomassa, encontrou-se a *Gracilaria cervicornis* com 5,6% e *Enantiocladia duperreyii* com 4,6%.

—**Banco de Cupe**

Localizado no Município de Ipojuca (07° 51' 05" S e 34° 48' 10" W), este banco tem uma área de cerca de 117,8 Há. A sua biomassa média é de aproximadamente 1,8 Kg/m² e sua biomassa total é de 2.081,5 ton em peso fresco.

Apresenta como espécie dominante *Hypnea musciformis* com 25% do total. Ainda como componentes desta biomassa destacaram-se: *Sargassum vulgare* com 17% e *Gracilaria verrucosa* com 7,8%. Seguindo esta sequência, destacaram-se ainda a *Gracilaria cervicornis* com 7,2% e *Dictyopteris justii* com 3,3%.

—**No Estado de Alagoas**

Foram detectados quatro bancos de possível importância econômica, como resultante da varredura no litoral daquele Estado. Embora com uma flora menor em termos de biomassa, com relação aos Estados anteriores, em Alagoas evidenciou-se presença de algas produtoras de ficocolóides.

Os quatro bancos encontrados denominaram-se de acordo com a praia mais próxima e foram: banco de Peroba, banco de Barreira do Boqueirão, banco de Barra de Camaragibe e banco de Ponta de Pituba.

—**Banco de Peroba**

Localizado na praia de Peroba (08° 59' 10" S e 35° 11' 00" W), com uma área de 3,9 Há biomassa média de 2,583 Kg/m² e biomassa total estimada de 100,7 ton em peso fresco.

Dez espécies dominantes foram evidenciadas e dentre estas *Sargassum vulgare* 45,1t, *Dictyopteris delicatula* 15,3t, *Spatoglossum scho-*

erederi 9,4t, *Hypnea musciformis* 4,4t e *Cryptonemia crenulata* com 2,7t, se destacaram. As produtoras de ficocolóides, entre estas, são *Hypnea musciformis* e *Cryptonemia crenulata*.

O banco de Peroba embora tenha apresentado uma menor área, revela uma biomassa média maior.

—Banco de Barreira do Boqueirão

Localizado na praia de Barreira do Boqueirão (09° 08' 00" S e 35° 15' 30" W), apresenta uma área de 26,8 Há. Sua biomassa média é de 0,348 Kg/m² e a biomassa total estimada é de 93,3 ton em peso fresco.

Em relação às espécies, vinte apresentaram uma biomassa predominante e, dentre estas, cinco se destacaram: *Sargassum vulgare*, *Dictyopteris delicatula*, *Cryptonemia luxurians*, *Halimeda opuntia* e *Hypnea musciformis*, com uma biomassa estimada em torno de 49,7; 9,1; 5,7; 5,0 e 4,6 ton, respectivamente. Entre estas a *Hypnea musciformis* destacou-se como produtora de ficocolóide. Em relação aos demais bancos, sua biomassa média foi a menor.

—Banco de Barra do Camaragibe

Situado na praia do mesmo nome (09° 19' 45" S e 35° 24' 30" W), com uma área de 21,0 Há, biomassa média de 1,062 Kg/m² e biomassa total estimada de 223,0 ton de peso fresco.

Dentre as quinze espécies dominantes, *Cryptonemia crenulata* com 64,3t, *Dityopteris delicatula* com 39,9t, *Halimeda opuntia* com 36,8t, *Gracilaria cervicornis* com 32,0t e *Gelidiella acerosa* com 16,2t, foram as que se destacaram. Como produtoras de ficocolóides, evidenciou-se: *Cryptonemia crenulata*, *Gracilaria cervicornis* e *Gelidiella acerosa*.

—Banco de Ponta de Pituba

Situado na praia com o mesmo nome (10° 05' 00" S e 36° 03' 00" W), com uma área de 200,9 Há, biomassa média de 1,939 Kg/m² e biomassa total estimada de 3.895,5 ton. Apresentou-se com o maior banco.

Dentre as nove espécies dominantes, *Hypnea musciformis* com 1.525,2t, *Gracilaria* sp. com 557,9t, *Gracilaria cervicornis*, com 535,5t, *Gelidiella acerosa* com 73,7t e *Sargassum* sp. com 23,3t, foram as que apresentaram maior biomassa. A exceção de *Sargassum* sp, as outras detêm um bom rendimento de ágar-ágar e carragenina, caracterizando este banco como de possível aproveitamento na produção de ficocolóides.

Por outro lado, embora apresentando maior área e biomassa total estimada e um bom potencial algológico de agarófitas e agaroidófitas, não supera os outros bancos em número de espécies dominantes.

TABELA 1 — SUMÁRIO DAS PROSPECÇÕES ALGOLÓGICAS REALIZADAS

ESTADOS	Nº DE ESTAÇÕES	Nº DE BANCOS	ÁREA TOTAL DOS BANCOS (Há)	BIOMASSA MÉDIA (Kg/m²) (PESO FRESCO)	BIOMASSA TOTAL ESTIMADA (Kg) PESO FRESCO)
Paraíba	138	04	1.032,00	0,760	7.846.634
Pernambuco	132	05	3.379,97	1,148	38.824.600
Alagoas	186	04	252,60	1,707	4.312.500
TOTAL	456	13	4.664,57	1,093	50.983.734

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Embora não explicitamente mostrado nos dados aqui apresentados, pois foram incluídas apenas as espécies mais abundantes em termos de biomassa, verifica-se que a diversidade de macroalgas é elevada, como costuma acontecer nas regiões tropicais; isto implica um número reduzido de indivíduos de cada uma delas, em geral com distribuição dispersa e aleatória.

Constatou-se que as espécies agarófitas e agaraoidófitas destacaram-se, de um modo geral,

por apresentar uma biomassa total significativa, principalmente as dos gêneros *Gracilaria* e *Hypnea*, vindo confirmar as observações de Oliveira Filho, E.C. de (1981), que afirma que os bancos de *Gracilaria* se restringem à região Nordeste.

As pesquisas realizadas no Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas, mesmo em se tratando de amostragens instantâneas, possibilitaram uma avaliação do potencial da Região e permitiram o diagnóstico da realidade.

O banco de Cabedelo, na Paraíba, muito embora com a maior área, apresentou uma biomassa média (Kg/m^2) menor que a dos demais bancos, podendo-se talvez atribuir este fato a uma exploração comercial mais sistemática, atualmente praticada pelo contingente de coletores engajados em firmas processadoras de algas. Daí a necessidade de acompanhamento dos estoques existentes, por meio de levantamentos que possibilitem estimar a produção máxima sustentável, sem causar impacto ambiental e escassez de matéria-prima, como también mediante estudos de fenologia, ecologia e principalmente de algocultura. Se assimiladas as técnicas de cultivo, compatibilizando-as com a realidade de Região, e viabilizando-o economicamente, não haverá queda nos estoques, será atendida a demanda e incrementado o desenvolvimento do setor; consequentemente será abastecido o mercado interno, ainda carente, e mais facilitada a exportação. Por outro lado, aumentará o número de empregos em decorrência do surgimento de um campo de trabalho na área de recursos marinhos renováveis.

Os dados aqui apresentados dão mais ênfase aos dois gêneros de maior importância para a Região e o setor industrial (*Gracilaria* e *Hypnea*). No entanto, existem outros gêneros produtores de ficocolóides que poderão incrementar ainda mais a produção, como, por exemplo, *Cryptonemia*, *Sargassum*, *Solieria*, *Bryothamnion*, *Enantiocladia*, sem mencionar as Melobesoidae, responsáveis por produtos como ração, adubos, tintas, etc.

Atualmente, os métodos empregados na coleta de algas marinhas produtoras de ficocolóides, pelas empresas que exploram este recurso, comprometem os estoques existentes. É portanto, necessário racionalizar a exploração plena de nossos recursos algológicos, submetida a um planejamento em nível nacional que possibilite: atualizar a legislação em vigor; fiscalizar a exploração algológica; realizar um cadastramento do contingente de coletores e promover o treinamento desse contingente sobre métodos de coleta, secagem, armazenamento e triagem do material coletado.

Para isso, é indispensável o fortalecimento dos órgãos de pesquisa e gerenciamento ficológico com alocação de recursos financeiros e decisões governamentais que implementem os instrumentos necessários para se por em prática uma legislação atualizada e eficaz.

O cultivo de macroalgas marinhas produtoras de ficocolóides, no Brasil, ainda se encontra em fase de desenvolvimento. Alguns experimentos realizados em laboratório e no mar demostraram resultados promissores, restando viabilizar a produção em escala comercial. Mais uma vez, enfatiza-se a necessidade de maiores estudos nesta área, devendo ser uma preocupação constante das empresas que trabalham neste setor, bem como dos órgãos de pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

CÂMARA-NETO, 1971a. Contribuição ao conhecimento qualitativo e quantitativo das "arribadas" da Redinha. Separata do Boletim do Inst. de Biol. Mar. Univ. Fed. RN., Natal, 5:3-30

CÂMARA-NETO, 1971b. Primeira contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do litoral de Rio Grande do Norte. Boletin Inst. Biol. Mar. Univ. Fed. RN., Natal. 5:137-54

OLIVEIRA FILHO, E.C. de, 1981. Algas marinhas: Da exploração aleatória ao cultivo racional. Anais do II Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca - Recife - Pernambuco.

Gayana, Bot. 45 (1-4):423-429, 1988 ISSN 0016-5301

SITUACION DEL RECURSO *GRACILARIA* (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE) EN QUEMPILLEN, CHILOE - X REGION

CONDITION OF THE GRACILARIA *(RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE) RESOURCE AT QUEMPILLEN, CHILOE - X REGION*

Manira Matamala Farrán*
Mario Sanhueza Acuña*

RESUMEN

Las praderas de *Gracilaria* Greville han ido en disminución a lo largo de Chile en los últimos años y se ha observado un claro desplazamiento del esfuerzo pesquero hacia las praderas del sur. Uno de los principales objetivos de diversas instituciones ha sido el recuperar y manejar dichas praderas mediante explotaciones racionales y cultivos.

La Estación Experimental Quempillén posee una concesión de río, la cual incluye una pequeña pradera natural de *Gracilaria* sp.; y el objetivo del presente trabajo es mostrar el manejo que se lleva a cabo en esta pradera entre el personal de la Estación y 25 familias de ribereños del lugar, que extraen el recurso en épocas y cantidades determinadas por la Estación.

Actualmente la pradera se encuentra en recuperación y los ribereños obtienen un buen ingreso mensual trabajando sólo 30 días al año en estas faenas (una semana cada dos meses en primavera-verano); y la producción en comparación con el año 1986 (300 ton. húmedas) se ha duplicado al año 1987 con 680 ton. Los ribereños han comprobado que manejando el recurso racionalmente, y a la vez plantando sectores que fueron devastados años atrás, se logra recuperar la pradera y aumentar las cosechas en cada extracción, así, el próximo paso a seguir es la plantación combinada entre la Universidad y los ribereños en 12 Há colindantes a la pradera natural.

Se muestra parte de la dinámica de la pradera, aspectos biológicos a lo largo de un año, junto con los planteamientos y resultados del manejo de esta pradera, trabajo mancomunado entre la Universidad y la comunidad ribereña del lugar.

ABSTRACT

The *Gracilaria* Greville beds have being decreasing along Chile in the last years, and there is being observed a clear displacement of the fishing efforts to the southern beds. One of the main purposes af various institutions have being to recover and manage those populations by means of cutivations and reasonable exploitation.

The Quempillén Experimental Station has a river concession which has included a small *Gracilaria* sp. natural bed. The purpose of this work is to show the management that is being done on this bed by the station staff and 25 families natives of the river shore, that are extracting the resources at the time and in the quantities determined by the station.

Currently the bed is on recovery, and the river shore natives get a good monthly income by working in this duty only 30 days a year (one week every two months during spring-summer). The production was duplicated comparing with the production in 1986 (300 ton humid) to 680 ton in the 1987 year. The river shore natives have verified that managing the resources reasonably and at the same time planting the places that were depredated years ago, they can recover the bed and increase the harvest on each extraction. Thus, the next step to follow is to plant in combination between the University and the river shore natives along 12 Há contiguous to the natural bed.

It is show part of the dynamic of the bed, biological aspects throughout a year, along with the plans and results of this bed management, work done together between the University and the native river shore community.

KEYWORDS: Natural bed, *Gracilaria*, management.

*Centro de Investigaciones Marinas
Universidad Austral de Chile
Casilla 333
Ancud - Chile

INTRODUCCION

Las praderas del recurso algológico *Gracilaria* han ido en disminución a lo largo de Chile en los últimos años y se ha observado un claro desplazamiento del esfuerzo pesquero hacia las praderas del sur (Pizarro, 1986), aportando en el año 1986 la Décima Región el 86% de la producción nacional (Anónimo, 1986).

El río Quempillén (41° 52' S., 73° 46' W.) es una zona estuarina de 123 Há que posee en su lecho una pradera natural de *Gracilaria* de 10-12 Há aproximadamente. Este río es concesión de la Universidad Austral de Chile y fue otorgado por el Ministerio de Agricultura en el año 1977.

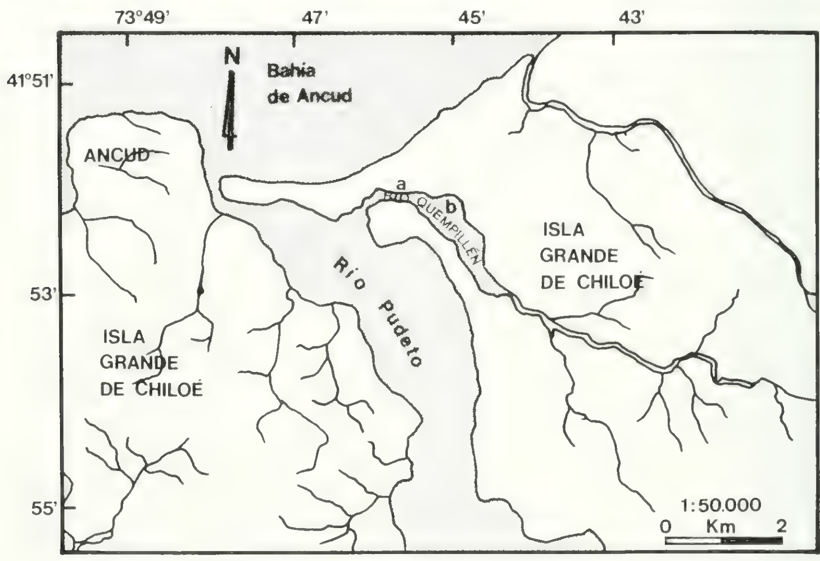


Fig. 1. Mapa de la zona de estudio. a Estación Experimental Quempillén y b Ubicación de pradera natural

La explotación de la pradera se ha llevado a cabo por parte de los ribereños del lugar desde 1978, fecha en la cual gran parte del río estaba poblado del recurso, no existiendo datos de extracción para esos años, llegando a un mínimo de 70 ton húmedas en los años 82-83. En el año 1984 el Centro de Investigaciones Marinas se hace cargo de la concesión y crea en el lugar la Estación Experimental Quempillén.

Diferentes instituciones han centrado sus esfuerzos en recuperar y manejar las diferentes praderas de *Gracilaria* a lo largo de Chile, ya sea mediante planes de manejo y/o mediante cultivos (Poblete, 1986; Alveal, 1986; Zorzano y Ponce, 1986, entre otros). Es así que a fines de 1984, como un trabajo anexo al laboratorio, se implementa un plan de manejo de la pradera natural, restringiéndose los periodos de extracción del alga a épocas de primavera-verano, durante la primera semana del mes. Junto con lo anterior se implementa un cultivo del recurso, en un sector colindante a la pradera, de 10 Há.

El presente trabajo describe la situación actual del recurso *Gracilaria* en Quempillén, después de 3 años de manejo controlado, acción conjunta entre la comunidad ribereña del lugar y el personal de la Estación Experimental Quempillén.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realiza en el río Quempillén (Ancud-Chiloé), el cual posee en su lecho una pradera natural de *Gracilaria*.

Las actividades realizadas periódicamente constan de variasetapas: Se realiza una prospección bimensual de la pradera, la cual nos entrega información sobre la biomasa de *Gracilaria* existente, el estado general de la pradera, talla y sexaje de las plantas, junto con la evaluación de la fauna y flora acompañante. La biomasa existente se evalúa mediante muestras de 1 m^2 en 8 transectas perpendiculares a la línea de costa. Los puntos de muestreo están a 60 m de distancia, sumando un total de 42 estaciones. De cada una de estas muestras se separan 10 talos para evaluar talla y estado reproductivo (Anónimo, 1986).

Las cosechas se realizan en primavera-verano, época que corresponde al período de mayor crecimiento del alga. Se inicia la temporada con una cosecha en octubre para continuar en diciembre, febrero y abril, manteniendo la pradera sin tocar durante el resto del año.

La actividad de cosecha dura generalmente un día por cada mes (dependiendo de la biomasa cosechable). Este día de cosecha se reparte en dos mañanas de trabajo y posteriormente, cuando el tiempo así lo permite, el alga se seca en tendales de malla para estos fines dispuestos en terreno de la Estación o, en su defecto, se comercializa húmeda.

El alga que vara todos los días en las riberas del río es recogida exclusivamente por una persona.

Como herramienta de extracción se utiliza un gancho y extracción manual, dado que la característica fangosa del sustrato no permite el uso de otro sistema de cosecha que asegure una mayor recuperación de la pradera y la araña se enreda en los numerosos troncos y raíces de árboles que existen en el fondo.

La biomasa máxima a cosechar se determina en base a la biomasa mínima de invierno y a los datos obtenidos de las prospecciones (Poblete, 1986). Para el año 1987 se detectó una biomasa invernal de 80 ton húmedas, lo que nos indica que si al mes de octubre se prospectan 180 ton se pueden cosechar 100 ton húmedas.

La extracción se realiza con 25 botes; uno por familia y dos personas en cada uno de ellos, el resto de la familia ayuda en faenas de descarga y secado del alga en tierra.

Los botes cargan aproximadamente 1.000 Kg. de alga húmeda cada uno y en cada mañana de extracción podrán hacer dos viajes por lo tanto serán en cada cosecha 4.000 Kg de alga húmeda por familia aproximadamente, lo que sumando a todas las familias resulta un total de 100.000 Kg de alga húmeda por cosecha, con un margen de ± 15.000 Kg Si se prospecta más alga serán tres mañanas, etc.; pero en cualquier circunstancia la extracción se realizará durante los primeros días del mes, de acuerdo a la legislación vigente para la explotación de este recurso en el país.

Este programa requiere de personal en tierra y en el río que chequee el horario de trabajo y el pesaje del alga de cada grupo familiar en la venta.

La pradera natural de *Gracilaria* en el río Quempillén puede considerarse de acceso limitado debido a su ubicación geográfica, puesto que sólo tiene acceso por el río y la Estación Experimental Quempillén se encuentra en la boca del mismo con vigilancia diurna y nocturna. La Universidad posee la concesión del río, situación por la cual se obtiene una condición de propiedad de hecho y derecho sobre la pradera.

Características de la comunidad

La comunidad ribereña de Quempillén no se encuentra organizada formalmente, pero corresponden todos a la calidad de vecinos colindantes en las riberas del río y familiares en su mayoría (25 familias, 150 personas), los cuales, históricamente, han explotado el recurso desde 1978.

La extracción del recurso es realizada por los ribereños y la comercialización, a la mejor oferta del mercado, la realiza la Universidad. Lo recaudado es dividido en iguales porcentajes entre los ribereños y la Universidad.

Para la gran mayoría de los ribereños (72%) la principal fuente de sustento de este grupo humano se basa en la extracción y comercialización del "pelillo", lo esporádico consta de labores agrícolas en menor escala (los dueños de terreno) y ganadería, también en época estival. Un menor porcentaje de la gente posee trabajo estable en la ciudad (28%).

El manejo es una acción mancomunada entre la comunidad ribereña y el personal de la Estación Experimental Quempillén, quien proporciona la asesoría científico-técnica.

RESULTADOS

La pradera natural de *Gracilaria* sp. se distribuye en manchones entre 0 y 2 metros de profundidad. Si bien todo el río posee este recurso, el

área explotada actualmente es de aproximadamente 10 a 12 Há.

Esta zona estuarina presenta régimen de marea de 1 m entre estoa de marea alta y baja. La profundidad máxima alcanza a 2,5 m durante marea alta de sicigia. La temperatura va de un promedio mínimo de 8,6 °C en julio y un máximo de 18,8 °C en enero, con un promedio anual de 13,2 °C. La salinidad va desde un mínimo de 19,5‰ en agosto y un máximo de 28,3 en febrero, con un promedio anual de 24‰ presentándose valores extremos de 7‰ y 30‰ durante marea baja y alta, respectivamente (Winter et al., 1982).

El fondo del estuario Quempillén corresponde a terrenos bajos que fueron inundados con la subida relativa del agua del río con el terremoto del año 1960, por la cual gran parte del río tiene aún características de suelo con restos de raíces y troncos, la dinámica disminuyó y el fondo se presenta fangoso en la mayor parte del río.

Las tallas de las plantas a lo largo del año 1987 se grafican en la Fig. 2. Se observa que la menor talla fue de 32,64 ± 12,08 cm (n=191) durante el mes de junio, alcanzando un máximo promedio de 48,52 ± 22,42 cm (n=100) en noviembre de 1987, siendo el valor máximo observado hasta la fecha de 104 cm en enero de 1988.

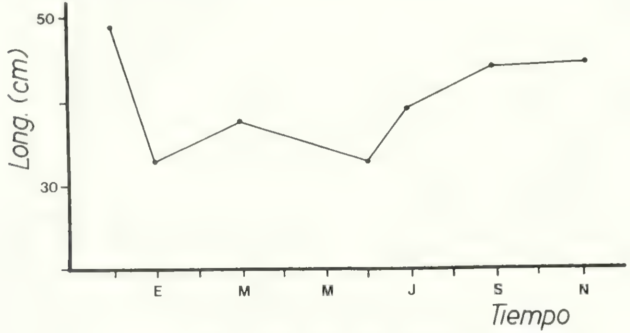


Fig. 2. Longitud de talos de *Gracilaria* en el tiempo

El análisis de la composición de las distintas fases reproductivas en la pradera a lo largo del año nos deja de manifiesto un alto porcentaje de plantas vegetativas o estériles representadas con un máximo de 85% en marzo y un mínimo del 43% para el mes de noviembre. En la Fig. 3 se observa que las distintas fases se encuentran mejor representadas para noviembre del año 1987 que para la misma fecha del año anterior, especialmente las plantas masculinas que en el año 1986 estaban nulas o escasamente representadas. Con un continuo monitoreo de las fases reproductivas a lo largo del tiempo se podrá determinar si estas fases sexuadas están aumentando en la pradera.

La flora y fauna acompañante de la pradera natural de *Gracilaria* se observa en la Tabla I. El alga epífita o enredada en las plantas de *Gracilaria* no alcanza más que unos gramos por m^2 cantidad que no estaría afectando significativamente la producción de la pradera.

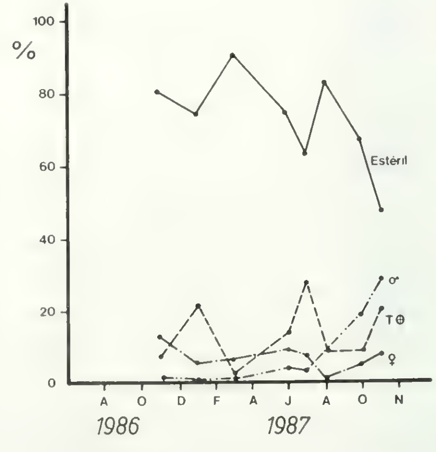


Fig. 3. Composición de las distintas fases reproductivas en la pradera natural de *Gracilaria* en el tiempo

TABLA I.- Especies acompañantes en la pradera natural de *Gracilaria* (n = 42).

	FLORA (Biomasa gr/m², X ± D.S., n = 42)				MACROFAUNA (Densidad N°/m²)
Fecha	*Ulva* sp.	(1) *Ceramium rubrum*	*E. intestinalis*	*Rhizoclonium* sp.	H. crenulatus
Nov. 1986	1.08 ± 3.10	3.13 ± 6.12	0.62 ± 2.24	— —	5.04 ± 11.19
Ene. 1987	9.80 ± 18.64	4.36 ± 20.02	— —	— —	3.54 ± 5.98
Mar. 1987	13.88 ± 13.88	5.89 ± 16.83	21.05 ± 45.81	— —	0.52 ± 1.02
Jun. 1987	6.39 ± 12.82	1.31 ± 4.38	3.00 ± 12.27	— —	0.45 ± 1.12
Jul. 1987	11.30 ± 19.18	1.16 ± 3.31	— —	— —	0.88 ± 1.60
Agos. 1987	0.38 ± 0.96	— —	— —	— —	0.23 ± 0.43
Sept. 1987	7.07 ± 11.97	6.84 ± 17.62	— —	— —	2.59 ± 4.17
Oct. 1987	6.50 ± 10.26	0.82 ± 3.38	— —	— —	1.53 ± 2.51
Nov. 1987	15.35 ± 46.11	1.77 ± 7.13	— —	32.25 ± 124.86	1.80 ± 2.99
Ene. 1988	17.05 ± 44.77	— —	— —	219.14 ± 418.79	3.94 ± 4.12

(1) Esta columna además incluye algas como *Polysiphonia* sp. y *Centroceras* sp.

Ulva sp. (Linnaeus) y la diatomea *Melosira* sp. (Agardh) se han presentado como problema en cultivos particulares de Chiloé y Maullín, alcanzando densidades de 500 g/m² (Troncoso y Valenzuela, comunicación personal). En tanto que en el río Quempillén *Rhizoclonium* sp. (Kützing) ha sido el alga más abundante, apareciendo en la última temporada de primavera-verano 87-88 formando agregaciones voluminosas de color verde sobre la pradera de *Gracilaria* para desaparecer a comienzos de otoño alcanzando una biomasa máxima detectada de 219 ± 418 gr/m² (n = 42).

Otras macroalgas epífitas típicas en praderas de *Gracilaria* de la VIII Región como *Ceramium rubrum* (Huds) C. Ag., *Polysiphonia* sp. (Greville) y *Giffordia* sp. (Batters) (Pizarro, 1981; Alveal y Matamala, 1985; Romo, comunicación personal) se encuentran también en Quempillén, pero alcanzando solamente un máximo de 6,84 ± 17,62 gr/m² (n = 42) en el mes de septiembre.

Lo más evidente en macrofauna acompañante en las muestras de la pradera es el crustáceo *Hemigrapsus crenulatus* (H. Milne Edwards, 1837) característico de ambientes estuarinos, de amplia distribución en el Océano Pacífico. Este se encuentra durante todo el año entre las plantas de *Gracilaria*, pero su mayor densidad se encuentra desde septiembre a enero. Debido a sus hábitos alimenticios, carnívoro y carroñero, se desprende que el habitar entre las plantas es una estrategia de refugio y competencia con sus competidores.

No es raro encontrar juveniles de *Mytilus chilensis* (Hupe, 1854) como sustrato para plantas de *Gracilaria*, especialmente las cistocárpicas, pero su presencia es poco significativa. Además se han detectado ovas de *Austromenidia laticlavia* (Valenciennes, 1835) al igual que juveniles de *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) y *Loxechinus albus* (Molina, 1782), estos dos últimos en bajo número.

El análisis de las cosechas realizadas durante los últimos tres años nos muestra que generalmente las cosechas de octubre son las más voluminosas (año 1985-1986), debido probablemente a la biomasa acumulada durante los meses de invierno sin tocar la pradera (Fig. 4).

Durante el año 1986 se cosechó de la pradera natural un total de 300 ton húmedas de *Gracilaria* (87% de humedad) y en el año 1987 este valor fue de 680 ton húmedas (87% de humedad).

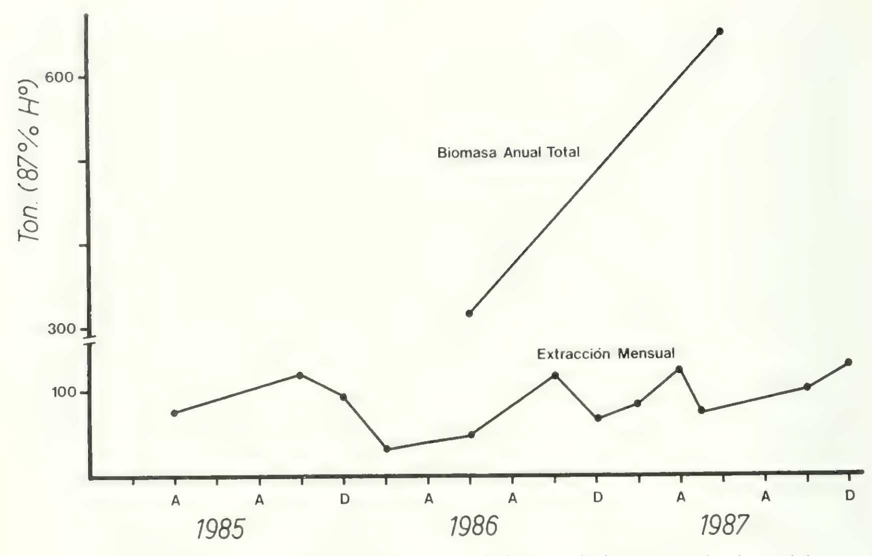


Fig. 4. Cosechas de *Gracilaria* en los tres últimos años, se indica las cantidades por extracción y la cantidad extraída para los años 1986 y 1987. En estos últimos datos está incluida el alga varada

CONCLUSIONES

El plan de manejo aplicado ha significado un incremento de volúmenes extraídos de *Gracilaria* de alrededor de 70 ton húmedas en el año 1984 a 680 ton en el año 1987.

Actualmente la pradera se encuentra en recuperación y los ribereños obtienen un buen ingreso mensual trabajando solo 30 días al año en estas faenas (1 semana cada 2 meses en primavera-verano).

La comunidad ribereña no está organizada formalmente, pero realizan actividades en comunidad tales como deportivas y religiosas.

Los ribereños han comprobado que manejando el recurso racionalmente y a la vez plantando sectores que fueron devastados años atrás, se logra recuperar la pradera natural y aumentar las cosechas en cada extracción. Es así, que el próximo paso a seguir es la plantación combinada entre la Universidad y los ribereños en sectores colindantes a la pradera natural.

La fase estéril es mayoritaria en la pradera, información que es concordante con lo expuesto por Romo (1986) en relación a la necesidad de sustrato rocoso para las fases reproductivas vía espora y gametos (Romo et. al., 1979).

Es típico encontrar flora acompañante, en especial durante los meses de primavera verano, siendo diferentes las especies dominantes acompañantes en el tiempo de estudio.

El buen manejo de la pradera natural con los ribereños y el cultivo de la Universidad han permitido abastecer de alga para cultivo a 17 centros de cultivo de *Gracilaria*, con un total de 154.000 Kg desde la V a VII regiones (Tabla II).

El sector, pese a ser de acceso limitado, no ha estado libre de robos que afectan a los cultivos; problema que se ha visto acrecentado tanto con el agotamiento del recurso en las praderas del río Pudeto y el Golfo de Quetalmahue, como por el sistema de legislación actualmente vigente; siendo el robo el "cuello de botella" de cualquier iniciativa de manejo y/o cultivo del recurso.

TABLA II.- Tabla resumen de empresa y/o instituciones a las cuales se les ha abastecido de alga para cultivo.

Fecha		Cantidad (Kg)	Empresa o Institucion	Lugar de cultivo	Región
Nov.	1985	5.000	Instituto Fomento Pesquero. (IFOP).	Contao	X
Dic.	1986	1.000	CEXPROMAR	Huildad	X
Oct.	1986	20.000	Industrias Marinas	— —	X
Feb.	1987	21.600	SAGMAR	Colo	X
Feb.	1987	19.300	ALGA SUR	Caulín	X
Feb.	1987	400	PESQUERA APIAO	Rilán	X
Ab-Ju	1987	5.000	Universidad Austral de Chile (UACH).	Maullín	X
Agos.	1987	1.000	Municipalidad Quellón	Quellón	X
Agos.	1987	400	Instituto Educación Rural (IER).	Castro	X
Oct.	1987	6.000	Municipalidad Pichilemu	Pichilemu	VI
Oct.	1987	10.000	Sindicato Pescadores de Pichilemu	Pichilemu	VI
Nov.	1987	1.000	Acuicultura Pacífico Sur	Quellón	X
Ene.	1988	15.000	Adolfo Morales R.	Pto. Saavedra	IX
Feb.	1988	4.000	CASHMAR	Caulín	X
Feb.	1988	100	Universidad de Magallanes (UMAG).	Pta. Arenas	XII
Mar.	1988	5.000	Leopoldo Mansilla	Caulín	X
Ab-Ju	1988	44.000	PROMAR	Lirquén	VIII

154.800 Kg — 17 centros de cultivo

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal de la Estación Experimental Quempillén por la colaboración en terreno y toma de muestras y a la srta. Mariam Matamala y a don Héctor Matamala F. por su constante apoyo y colaboración en el análisis de las muestras en el laboratorio y al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID-Canadá) por el uso de los materiales e infraestructuras de la Estación Experimental Quempillén.

BIBLIOGRAFIA

ALVEAL, K. 1986. Experimentos de cultivo en el área de Tubul Golfo de Arauco. 166-193 pp. Alveal, K; Candia, A.; Inostroza, I.; Pizarro, A.; Poblete, A.; Romo, H. (Eds.). Mem. Sem. Tall. Manejo y Cultivo *Gracilaria*.

ALVEAL, K. y MATAMALA, M. 1985. *Ceramium rubrum* (Rhodophyta, Ceramiales) y su mecanismo epifitario. Resumen, V Jornadas Ciencias del Mar, pág. 54. 7-11 octubre, Coquimbo, Chile.

ANONIMO. 1986. Anuario estadístico de Pesca. Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, Chile.

ANONIMO. 1986. Prospección de la pradera de *Gracilaria* de Isla Quiriquina. Informe final proyecto O.B.O. "Valparaíso". Departamento de Oceanología. Universidad de Concepción, julio 1986.

PIZARRO, A. 1986. Conocimiento actual y avances recientes sobre el manejo y cultivo de *Gracilaria* en Chile. Monografías Biológicas. 4: 63-96.

PIZARRO, G. 1981. Efecto del alga epifita *Ceramium rubrum* Roth, sobre *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyceae, Gigartinales) in vitro. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción.

POBLETE, A. 1986. Situación del recurso *Gracilaria* en Lenga, VIII Región. 154-165 pp. Alveal, K.; Candia, A.; Inostroza, I.; Pizarro, A.; Poblete, A. y Romo, H. (Eds.). Mem. Sem. Tall. Manejo y Cultivo *Gracilaria*

ROMO, H. 1986. Análisis de la Información existente sobre la biología y ecología de *Gracilaria* en Chile. 12-31 pp. Alveal, K.; Candia, A.; Inostroza, I.; Pizarro, A.; Poblete, A., Romo, H. (Eds.). Mem. Sem. Tall. Manejo y cultivo *Gracilaria*, 233 págs.

ROMO, H. ALVEAL, K. y DELLAROSSA, V. 1979. Biología de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en Chile Central. Actas I Symp. Algas Marinas Chilenas. 1: 165-200.

WINTER, J., GALLARDO, C. TORO, J. GLEISNER, A. y ARAYA, J. 1982. Estudios biológicos básicos para el cultivo de *Ostrea chilensis* en el estuario Quempillén, Chiloé. Informe final proyecto cooperación científica D.F.G.— CONICYT. Universidad Austral de Chile, Centro de Investigaciones Marinas. 137 págs.

ZORZANO, S. y PONCE, F. 1986. Lineamientos de acción para la administración del recurso *Gracilaria* sp. 61-71 pp. Alveal, K.; Candia, A.; Inostroza, I.; Pizarro, A.; Poblete, A. y Romo, H. (Eds.). Mem. Sem. Tall. Manejo y cultivo *Gracilaria* 233 págs.

Gayana, Bot. 45 (1-4):431-439, 1988 ISSN 0016-5301

CULTIVO DE *GRACILARIA* SP. (RHODOPHYTA, GARTINACEAE) EN PUERTO SAAVEDRA: UNA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA HACIA EL SUBSECTOR PESQUERO ARTESANAL

GRACILARIA *SP. (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE) CULTURE IN PUERTO SAAVEDRA: A TECHNOLOGY TRANSFER TO ARTISANAL FISCHERIES*

Adriana Poblete*
Raúl Becerra*

RESUMEN

El presente trabajo describe una experiencia de transferencia tecnológica hacia el subsector pesquero artesanal, realizada en Puerto Saavedra, IX Región, en el área de los cultivos de algas.

Después de estudiar las características del lugar y determinar la factibilidad del cultivo de *Gracilaria*, se trasladaron 800 Kg. de algas desde una pradera natural ubicada aproximadamente 500 Km. al norte de Puerto Saavedra.

Las algas fueron plantadas por los pescadores, previamente capacitados, utilizando el sistema técnico de líneas de fondo, elegido sobre la base de las características del sustrato. En octubre de 1986 se formó la primera parcela de 100 m^2. El crecimiento del alga en este sistema permitió hacer una poda para replantar nuevas parcelas, obteniéndose a los 7 meses 25 de estas unidades de cultivo.

Pasado el periodo de invierno se continuó con la plantación, completando en octubre de 1987 una pradera artificial con 100 parcelas de 100 m^2 cada una, con un equivalente a 10.000 Kg. de alga húmeda.

El grupo de pescadores se constituyó como microempresa con funcionamiento independiente.

Esto demuestra que la transferencia tecnológica es posible si se cuenta con un grupo humano organizado, adecuado financiamiento y asesoría técnica calificada.

ABSTRACT

Technology transfer experience of seaweed culture in the field to artisanal fishermen at Puerto Saavedra, IX Region, Chile, in order to promote their own development is described.

After studying site characteristics and assessing the factibility of *Gracilaria* culture, 800 Kg. of algae were carried from a natural bed located 500 Km. north of Puerto Saavedra.

The algae were planted by previously capacited artisanal fishermen. The long-line system on the bottom was chosen, mainly due to bottom characteristics. In october 1986 the first 100 m^2 parcel was planted. The algae growth, using this system, allowed to make a trim for replant new parcels. After 7 months 25 parcels were obtained and by october 1987, when winter was over, the plantation was continued and 100 parcels of 100 m^2 each one were completed. This is equivalent to 10.000 Kg. wet algae.

At present, the group of artisanal fishermen is working as an independent enterprise, showing that technology transfer is possible if an organized group, an adequate financial support and qualified technology assistance is provided.

KEYWORDS: *Gracilaria*, cultivation, technology transfer, artisanal fishermen.

* Departamento de Biología y Tecnología del Mar
P. Universidad Católica de Chile - Sede Talcahuano
Casilla 127
Talcahuano - Chile

INTRODUCCION

La transferencia de tecnología hacia el subsector pesquero artesanal es una actividad que requiere ser estudiada, fundamentalmente porque el éxito y desarrollo de la acción pesquera artesanal están vinculados al conocimiento de la especie-recurso en explotación. Más aún, es sabido que el conocimiento de la especie-recurso y las técnicas para su explotación, en la mayoría de los casos, no están al alcance del pescador artesanal. Así, el traspaso de la información desde centros que la poseen hacen imprescindible diseñar metodologías que tiendan a un eficiente traspaso y aplicación del conocimiento.

Ha sido la falta de este conocimiento por parte del pescador artesanal lo que ha mermado ostensiblemente el recurso *Gracilaria* o "pelillo". Es fundamental por lo tanto entregar al pescador artesanal los elementos que le permitan ser autogestores de su propio desarrollo, para lo cual lo más adecuado es darle un conocimiento técnico y científico a través de pequeñas unidades demostrativas.

El pescador artesanal es un grupo humano que en Chile suma cerca de 50.000 personas y que constituye un importante sector productivo del país, tiene un bajo nivel de escolaridad lo que puede constituirse en una barrera para el desarrollo de su propia comunidad. De allí que es necesario transferir tecnología fundamentalmente como una forma de ciencia aplicada que permita el desarrollo del individuo en lo que se refiere en un mayor nivel de conocimientos que redundará a su vez en una mayor capacidad, experiencia y participación en las labores propias de su sector. Obviamente que esta mejor preparación y capacitación se traducirá en una adecuada ordenación y utilización de los recursos marinos.

En general, las autoridades han reconocido que nuestro país requiere de los conocimientos compilados en las universidades y que éstos debiesen ser utilizados en beneficio de la comunidad, la cual es sustentadora de los grupos que desarrollan ciencias en Chile. Del mismo modo, ha sido explicitado por la comisión que elaboró el documento Plan Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico 1987 que "el desarrollo y bienestar que alcanzan los países dependen de su capacidad para crear y aplicar conocimientos", reconociendo que "en nuestro país se ha subestimado históricamente el valor de la ciencia y tecnología como elementos indispensables para el desarrollo".

El presente trabajo describe una experiencia en tal sentido, realizada en la localidad de Puerto Saavedra en la IX Región, donde se capacitó a un grupo de 16 pescadores, los que actualmente están constituidos como microempresa administrando su propio centro de cultivos.

METODOLOGIA

Un equipo de investigadores de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano, fue invitado por la Secretaría Regional de Planificación de la IX Región, para visitar y evaluar un sector estuarino de Puerto Saavedra, con fines productivos.

Para tal efecto, se realizó una serie de actividades que se detallan a continuación.

a) Análisis puntual para determinar la factibilidad del cultivo de *Gracilaria* en Laguna Imperial, comuna de Puerto Saavedra

Esta actividad consistió en analizar los factores abióticos que inciden en el desarrollo de los cultivos de *Gracilaria* y comparar su comportamiento en dos estaciones del año. Los muestreos se realizaron en enero y julio de 1986. Los factores analizados fueron:

Salinidad
Temperatura
Profundidad
Transparencia del agua
Sustrato
pH

La salinidad fue medida utilizando la metodología descrita en Strickland y Parsons (1972).

Para temperatura y pH se utilizó un termómetro y peachímetro digital.

La profundidad se determinó con un escandallo y la transparencia del agua con un disco Secchi.

El sustrato fue clasificado de acuerdo a su granulometría siguiendo la metodología y nomenclatura de Folk (1959).

Se ha considerado que estos parámetros permiten obtener información básica sobre algunas características del sector, permitiendo la inferen-

cia de la pertinencia del cultivo, elemento básico para iniciar y aplicar la transferencia tecnológica.

b) **Elaboración del proyecto y fuente de financiamiento**

En atención a la existencia de antecedentes que permitan sugerir con alta probabilidad la ejecución de un plan piloto para cultivar *Gracilaria* en el sector, se elaboró un proyecto que contemplaba, por una parte, el cultivo del alga y, por otra, el aspecto socioeconómico en lo que se refiere a la obtención de mayores recursos económicos para los sectores más deprimidos y aumentar su estándar de vida.

Para lograr este objetivo, se diseñó un conjunto de actividades con la finalidad de transferir tecnología hacia pobladores del lugar, de preferencia pescadores. Este proyecto fue presentado a la Ilustre Municipalidad de Puerto Saavedra, la cual, después de evaluarlo, decidió otorgar financiamiento considerando las perspectivas que representaba para la comunidad.

c) **Empadronamiento de lugareños**

Se inició esta actividad con la inscripción de las personas interesadas en participar en el cultivo de *Gracilaria*. La inscripción se realizó a través del Departamento de Asistencia Social de la Municipalidad del lugar.

d) **Capacitación teórica y práctica**

Se nombró un integrante de nuestro equipo de trabajo como encargado en terreno de las actividades de cultivo, quien inició la capacitación del grupo con clases teóricas sobre biología y ecología de *Gracilaria*.

Las clases prácticas fueron realizadas en terreno y consistieron en la construcción e instalación de diferentes sistemas técnicos de cultivo del alga.

Este curso tuvo una duración de 120 horas distribuidas en 5 semanas aproximadamente.

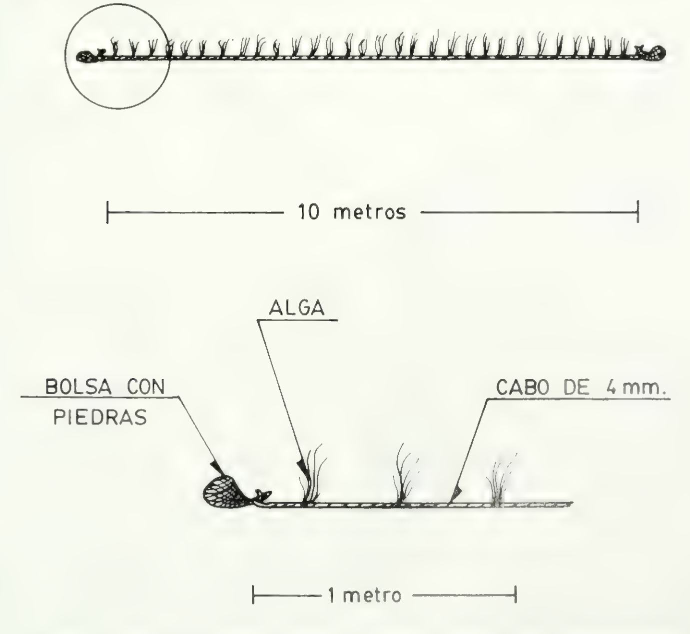


Fig. 1. Cuerdas de fondo, sistema técnico de cultivo de *Gracilaria* utilizado en Laguna Imperial

e) **Selección del sistema técnico de cultivo**

Considerando las características del sustrato, la profundidad y la infraestructura disponible, se decidió utilizar el sistema de cuerdas de fondo, llamado también long-line de fondo (Fig. 1).

RESULTADOS Y DISCUSION

A.- **Cultivo de** *Gracilaria*

a) **Descripción del área**

Laguna Imperial se encuentra ubicada en la comuna de Puerto Saavedra, IX Región, (38°47'S; 73°24'W).

Este sector es una porción de agua de poco más de 100 hectáreas de superficie, conectada permanentemente con el mar y por lo tanto sometida a las influencias de altas y bajas mareas. A esta laguna llega también aporte de agua dulce transportada por el río Imperial (Fig. 2).

El fondo de la laguna está constituido por una mezcla de fango, arena fina y piedrecillas.

La profundidad máxima registrada en pozones o canales centrales es de 6,0 m con marea alta.

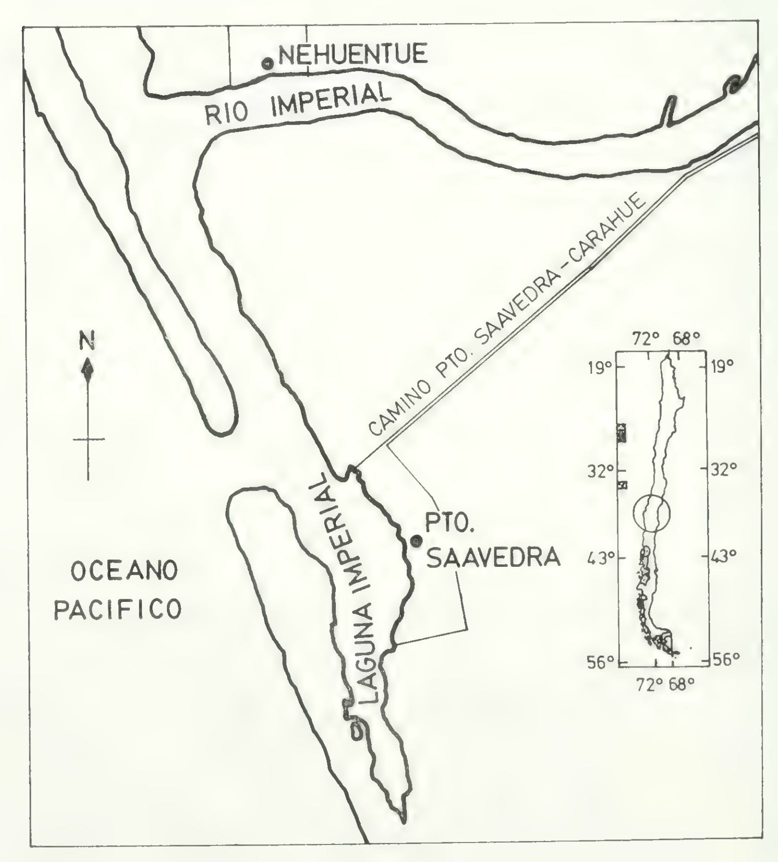


Fig. 2. Area de cultivo de *Gracilaria*: Laguna Imperial, Puerto Saavedra IX Región

Los resultados de análisis puntual referidos a temperatura, salinidd, pH y transparencia del agua realizados previo a la instalación de los cultivos se muestran en la Tabla I.

TABLA I.- Valores de temperatura, salinidad, pH y transparencia del agua registrados en verano e invierno de 1986 en Laguna Imperial, Puerto Saavedra, IX Región.

	VERANO	INVIERNO
Temperatura	23,0°C	10,7°C
Salinidad	22,0‰	10,0‰
pH	8,2	7,9
Transparencia	1,5 m	
Profundidad	3,0m	3,2 m

Las poblaciones naturales de *Gracilaria* prosperan dentro de un rango de 8 a 30°C siendo óptima una temperatura de 25°C (Dellarossa, 1974; Romo et al., 1979; Romo y Alveal, 1979; Santelices y Fonck, 1979; Ramírez et al., 1980). Los valores de temperatura en Puerto Saavedra fueron de 10,7°C en invierno y 23,6°C en verano.

Experimentos de terreno y de laboratorio realizados por Barrales y Pizarro (1984) y por Santelices y Fonck (op cit.) demuestran que la tasa de crecimiento aumenta con la temperatura, siendo el incremento en peso diario de un 5% a temperaturas entre 20 y 22°C. La temperatura registrada en Puerto Saavedra se acerca a estos valores en verano.

En relación a salinidad, *Gracilaria* es un alga eurihalina por lo tanto las variaciones de estos valores, propios del sector estuarino de Laguna Imperial, están dentro de los rangos aceptados por esta alga.

El pH es uno de los factores menos estudiados en su relación con *Gracilaria*. Shang (1979), señala que el óptimo para el crecimiento de *G. verrucosa* en Taiwan es entre 8,2 y 8,7. Considerando que en Lenga el alga crece en un pH promedio de 7,78 y en Maullín, entre 7 y 9 (Ramírez et al. op. cit.), creemos que los valores de 7,9 y 8,2 registrados en Laguna Imperial no constituyen un impedimento para el crecimiento de *Gracilaria* en este sector.

La iluminación es uno de los principales factores que afecta el crecimiento de las algas. Existe numerosa información al respecto, la que puede resumirse señalando que la tasa de crecimiento de *Gracilaria* disminuye entre un 30% a un 50% al duplicarse la profundidad (Pizarro, 1986). Según Hansen (1984), la luz es el factor determinante que controla la productividad de las praderas. El valor obtenido mediante el disco Secchi indica para Laguna Imperial una transparencia aceptable. De acuerdo a la experiencia obtenida en Lenga, la pradera de algas presenta buen desarrollo a los seis metros de profundidad. De acuerdo a la fórmula de Parsons et al., (1977) a esta profundidad llega un 10% de la intensidad luminosa que incide en la superficie. En Puerto Saavedra este 10% equivale a los dos metros de profundidad, valor que se encuentra dentro del rango de cultivo de *Gracilaria* en este lugar (1,5 a 3,0 m). Los valores de los porcentajes de iluminación se muestran en la Tabla N° II.

TABLA II.- Porcentajes de iluminación a diferentes profundidades, registrados en Puerto Saavedra (IX Región) y Lenga (VIII Región).

	Pto. Saavedra	Lenga	
% iluminación	DESPEJADO	DESPEJADO	NUBLADO
Z (1%)	4,05 m.	11,880 m.	4,212 m.
Z (10%)	1,95 m.	5,720 m.	2,028 m.
Z (50%)	0,615 m.	1,804 m.	0,663 m
Z (95%)	0,210 m.	0,616 m.	0,218 m

b) **Actividades de cultivo de *Gracilaria***

El cultivo de *Gracilaria* se realizó entre octubre de 1986 y mayo de 1987.

Las algas necesarias para la plantación fueron trasladadas desde una pradera natural de ambiente marino ubicada en la localidad de Lenga en la VIII Región, con un promedio de 34‰ de salinidad y 11°C de temperatura, hasta un sector estuarino con las características señaladas en la Tabla I. Utilizando el sistema de cuerdas de fondo se construyeron parcelas de 10 m de largo por 10 m de ancho, las cuales, al final del Proyecto, alcanzaron un número de 25.

Este proceso se realizó de la siguiente manera:

Al inicio del proyecto se trasladaron 200 Kg. de *Gracilaria* húmeda desde Lenga por vía terrestre. Se comenzó con la recolección del alga desde la pradera natural, actividad realizada

entre las 18 y 19 horas para evitar una excesiva exposición de las algas al sol. Con este mismo fin, se inició el viaje alrededor de las 4.00 horas llegando al sitio del cultivo cerca de las 11 horas.

Los 20 pescadores ya capacitados fueron divididos en grupo, para realizar las distintas actividades del cultivo, las cuales consistieron en:

1. Corte de cabos de 4 mm de espesor, a una longitud de 11 m.
2. División y marcaje de los 10 m centrales del cabo en 30 sectores, 3 por cada m.
3. Pesaje de porciones de 1 Kg de algas y posterior subdivisión en 3 manojos homogéneos.
4. Fijación de cada manojo de algas en los sectores marcados de la porción central del cabo, de tal manera de repartir el Kg de algas en 1 m de cuerda.
5. Transporte en un bote de las cuerdas con los 30 manojos de algas al lugar de los cultivos, previo amarre de bolsas de red con piedras de anclaje en los extremos de cada cuerda.
6. Finalmente, ubicación de las cuerdas en el fondo, separadas cada 1 m formando las parcelas de 10 x 10 m.

Construidas las primeras 2 parcelas, se efectuó un segundo traslado de algas en el mes de diciembre y un tercero en enero, realizando las mismas actividades ya descritas.

El total de algas transportadas desde la VIII Región hasta la IX Región fue de 800 Kg.

Mensualmente se realizó un control de los cultivos, para lo cual se muestreó un 10% de la biomasa de cada parcela, es decir, se tomó una cuerda completa desde cada parcela, instaladas en distintos tiempos y se registró peso húmedo de *Gracilaria*, podando las algas a la altura de un puño.

En otro grupo de parcelas, se realizó un control inicial y otro al final del experimento, después de 4 meses de instalados, sin podas intermedias.

c) **Crecimiento de *Gracilaria* en cultivo**

Los resultados de crecimiento, expresados como incremento de biomasa húmeda por metro cuadrado de superficie, permiten diferenciar claramente la respuesta de las algas sometidas a podas de aquellas que no lo fueron.

Experimentos con poda

La Tabla N° III muestra los resultados de los experimentos con y sin poda realizados en parcela de 100 m^2.

TABLA III.- Promedios de biomasa húmeda (Kg./m^2), obtenidos desde octubre de 1986 a mayo de 1987, por parcelas de cultivo formadas en octubre, diciembre y enero

TIPO DE EXPERIMENTO	OCT	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL
Experimentos con podas	100.0	125.6	167.0	168.5	158.5	147.0	135.9	902.6
Experimentos con podas		100.0	*	432.2	397.5	158.0		987.7
Experimentos con podas			100.0	298.1	339.5	160.0	155.0	952.6
Experimentos sin podas		100.0				72.0		72.0

* Acondicionamiento

i) Fecha de instalación: octubre

Una parcela formada por 100 Kg. de algas iniciales puede producir un promedio de 902,57 Kg. en 7 meses, si se poda mensualmente, produciendo cada mes aproximadamente 150,4 Kg.

En este caso se observa que la biomasa producida mensualmente disminuye con el tiempo cuando se realizan podas sucesivas. Un comportamiento similar es descrito por Poblete e Inostroza (1987).

ii) Fecha de instalación: diciembre.

Si la parcela de 100 Kg. es creada en diciembre, se deja en acondicionamiento durante enero para realizar las cosechas en febrero, marzo y abril produce un promedio de 987,7 Kg. Esto significa que con menor esfuerzo y en menor tiempo que en el caso anterior (4 meses), se produce una mayor biomasa explotable.

iii) Fecha de instalación: enero.

En este caso, también en 4 meses y con cosechas mensuales desde febrero hasta abril inclusive, se produce una biomasa de 952,6 Kg. A diferencia del caso anterior, esta vez no se dejó en acondicionamiento.

Experimentos sin podas

En este caso, las parcelas formadas en diciembre se podaron en abril, después de 4 meses de instaladas.

Los 100 Kg iniciales produjeron un promedio de 72,0 Kg finales, es decir, en promedio se registró una pérdida de 28,0 Kg por parcela.

Esta pérdida es explicable dado que el alga, cuando alcanza una cierta longitud, se corta por efecto de la resistencia que ofrece a la corriente de agua.

Este experimento nos permite deducir que utilizando el sistema de cuerdas de fondo, es indispensable podar los talos para evitar el corte natural con la consiguiente pérdida de algas y, además, para permitir el crecimiento de nuevos ápices que quedarán al descubierto después de la poda cuando ésta se realiza a mano.

B.- Evaluación de la transferencia

Este proyecto fue iniciado a instancias de la Secretaría Regional de Planificación de la IX Región y contó con financiamiento de la Ilustre Municipalidad de Puerto Saavedra, la cual, a través de un convenio con la Secretaría Regional del Empleo, inscribió un grupo de 20 personas, quienes recibieron un subsidio a través del Programa del Empleo Mínimo.

Con la participación de la universidad se logró capacitar al grupo de pescadores y la Secretaría Regional del Empleo postuló un proyecto al programa de las microempresas. Este programa busca generar nuevas fuentes de trabajo a través de la producción de bienes.

Actualmente los pescadores han recibido la aceptación de su proyecto y se han constituido en microempresarios, teniendo a la fecha 10.000 m^2 de cultivo con la posibilidad de crecer hasta completar 60.000 m^2.

C.- Proposición de un modelo de transferencia de tecnología para el cultivo de algas realizado por pescadores artesanales

Es conocida la complejidad de la actividad de la transferencia tecnológica, fundamentalmente por la gran cantidad de factores que en ella intervienen.

Sin embargo, es posible realizar una proposición de transferencia a pesar de la escasa utilización que realiza el sector productivo de la capacidad existente en instituciones tecnológicas, universitarias o estatales y cuya función es, en algunos casos, formación de técnicos.

Una transferencia debe estar sustentada por una sólida base científica aportada fundamentalmente por la investigación básica (Fig. 3). Esta investigación permitirá desarrollar técnicas, la que al hallar dificultades, aportará nuevas preguntas al grupo de científicos, existiendo, por lo tanto, una activa interrelación. Conocida la técnica, ésto a través de un técnico, institución o grupo humano, se buscará una adaptación a una situación específica.

Luego se deberá pasar por el diseño y construcción de unidades demostrativas u operativas para llegar a la instalación y montaje (por ejemplo, cuerdas de algas constituyendo parcelas en espacio y tiempo definidos).

Es obvio que el paso siguiente es la operación de la unidad en la cual todo el grupo humano involucrado en la producción desarrollará la actividad de cultivo en sí.

Finalmente, se propone ejecutar una evaluación, la cual permitirá una retroalimentación, tanto a la parte de investigación, como al desarrollo tecnológico.

Es así que de acuerdo al modelo se considera que la investigación, el desarrollo técnico y la evaluación, definen su función de una organización rectora (universidades, institutos, Estado) y las restantes debiesen corresponder al grupo a capacitar (pescadores artesanales).

La aplicación de este modelo ha resultado en una exitosa transferencia a un grupo que ha iniciado sus actividades productivas en el cultivo de *Gracilaria*, y se espera que actividades de este tipo puedan seguir implementándose para el beneficio comunitario.

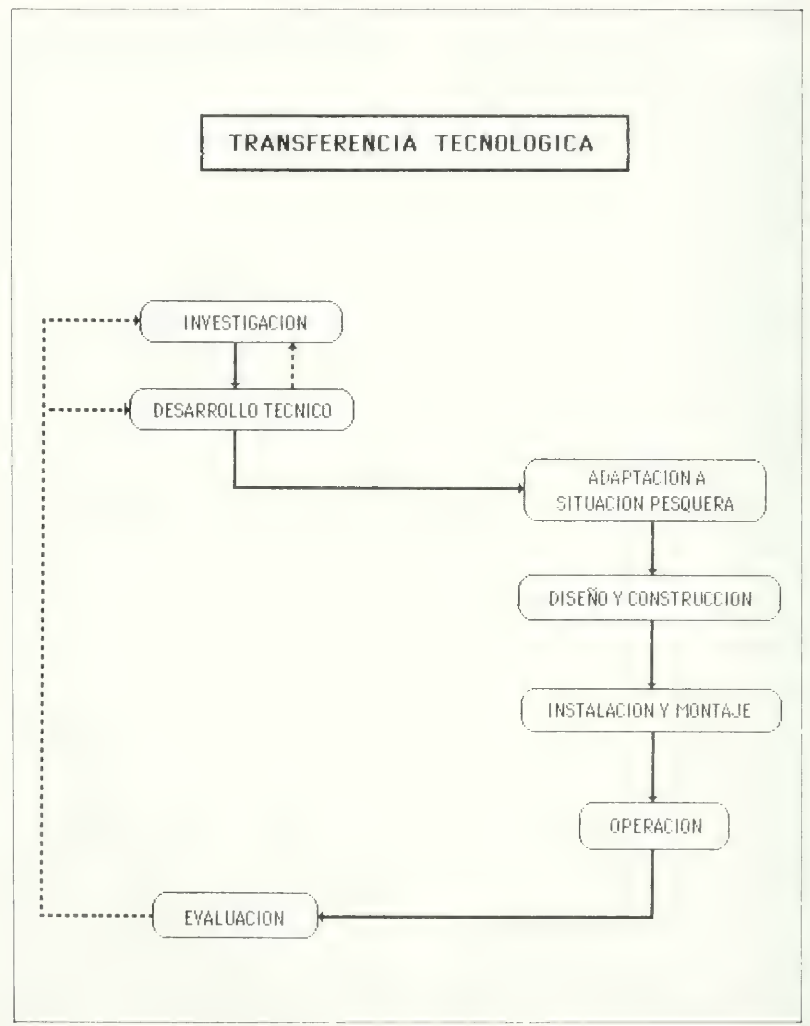


Fig. 3. Proposición de un modelo de Transferencia Tecnológica. (Tomado y modificado de Cordua J. 1971)

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Secretaría Regional de Planificación (SERPLAC), IX Región, quien solicitó el presente estudio; y a la Ilustre Municipalidad de Puerto Saavedra que proporcionó los fondos para su ejecución.

BIBLIOGRAFIA

BARRALES, H.L. y PIZARRO, A. 1984. Prefactibilidad técnica del cultivo controlado del alga *Gracilaria* sp. II parte. Convenio Universidad de Concepción - SERPLAC III Región. Informe, 213 pp.

CORDOVA, J. 1971. El sistema de desarrollo tecnológico: Un esquema conceptual. En: Universidad y desarrollo, Iván Lavados (Ed.) 22—34

DELLAROSSA, V. 1974. Estudios ecológicos sobre *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss 1950; en Bahía San Vicente y Bahía Dichato, Chile. Tesis, Universidad de Concepción, 143 pp.

FOCK, R. 1959. Petrology of sedimentary rocks, first Edition. Austin, U.S.A. Hemphill's (Publishers), 180 pp.

HANSEN, J. 1984. Strain selection and physiology in the development of *Gracilaria* mariculture. Hydrobiologia 116/117.

PARSONS, T.R., TAKAHASHI, M. and HERGRAVE, B. 1987. Biological oceanographic processes. Pergamon Press Oxford, New York, 71—76 pp.

PIZARRO, A., 1986. Conocimiento actual y avances recientes sobre el manejo y cultivo de *Gracilaria* en Chile. Monografías biológicas. Usos y funciones ecológicas de las algas marinas bentónicas. 4: 63—96

POBLETE, A. and INOSTROZA, I. 1987. Management of a *Gracilaria* natural bed in Lenga, Chile: A case study. Hydrobiologia 151/152: 307—311.

RAMIREZ, C., WESTERMEIER, R., ROMAN, C. y WENZEL, H. 1980. Estudios taxonómicos, fenológicos, fitosociológicos y ecológicos en las comunidades de pelillo de Maullín y Quenuir. Convenio Universidad Austral de Chile SERPLAC X Región. Informe 92 pp.

ROMO, H., ALVEAL, K. y DELLAROSSA, V. 1979. Biología de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en Chile Central. En: Actas I Symposium Algas Marinas Chilenas, B. Santelices (ed.). Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile, pp. 155—163.

ROMO, H. y ALVEAL, K. 1979. Estudios poblacionales en la pradera de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, de la Isla de los Reyes, Bahía de Concepción. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA, 4: 15—26.

SANTELICES, B. y FONCK, E. 1979. Ecología y Cultivo de *Gracilaria lemanaeformis* En: Actas I Symposium Algas Marinas Chilenas. B. Santelices (ed.). Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile, pp. 165—200.

SHANG, G. 1979. Economic aspects of *Gracilaria* culture in Taiwan. Aquaculture 8: 1—17.

STRICKLAND, J.D. and PARSONS, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Bd. Canada, 167: 1—310.

Gayana, Bot. 45 (1-4):441-449, 1988 ISSN 0016-5301

EXTENSION PESQUERA ARTESANAL

ARTISANAL FISHERY EXTENSION

Juan Rusque Alcaíno*

RESUMEN

Se propone y se explica un modelo de extensión pesquera artesanal mediante el cual y en forma didáctica se entrega información con el objeto de lograr el desarrollo del subsector así como premisas sobre manejo de las pesquerías.

Se define el concepto de Extensión Pesquera Artesanal, se precisan sus objetivos y las funciones que ésta cumpliría en el contexto institucional sectorial pesquero de Chile.

ABSTRACT

A model for extension activities of artisanal fisheries is proposed and explained in a didactic manner in order to attain the development of the subsector taking into account premises related to fisheries management.

The concept of extension activities of artisanal fisheries is defined and, lie sides, precise objectives and the role that such activities would play within the context of the fishing institutional sector in Chile, are stated.

KEYWORDS: Artisanal extension, artisanal fisheries, development, fishery management.

DEFINICION DEL PROBLEMA

La carencia de una concepción teórico-metodológica respecto a la forma cómo se debe realizar un trabajo directo, permanente y efectivo con los pescadores artesanales, es una de las mayores deficiencias detectadas en el subsector.

Esta deficiencia obedece a la falta de experiencia del aparato institucional pesquero (Subsecretaría de Pesca, SERNAP) para trabajar con un contingente social bastante significativo como son los pescadores artesanos del país, los cuales en la actualidad suman 43.631. Cabe destacar que la fuerza de trabajo del subsector en un periodo de 25 años se incrementó en cerca del 90%, ya que en 1961, fecha en la cual se estableció la primera cuantificación de la fuerza de trabajo del subsector, éste sólo alcanzaba a 4.654 personas.

A lo anterior debe agregarse que el desarrollo del aparato institucional pesquero del país es bastante reciente, puesto que la Subsecretaría de Pesca (dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción) y el Servicio Nacional de Pesca (SERNAP) sólo fueron creados en 1978. Con anterioridad a esa fecha, la responsabilidad de desarrollar socioeconómicamente a los pescadores artesanales y entregar asistencia técnica y capacitación a este subsector estuvo tradicionalmente centrada en algunas reparticiones del Ministerio de Agricultura (Servicio Agrícola y Ganadero, Dirección de Agricultura y Pesca e Instituto de Desarrollo Agropecuario), las cuales asumieron esta labor como un ápendice de su actividad principal que era el desarrollo agrícola. Excepción a esta regla fueron las acciones puntuales realizadas en el área de

*Fundación para la Capacitación del Pescador Artesanal (FUNCAP)

Capacitación y Asistencia Técnica por organismos tales como INACAP, IFOP y SERCOTEC.

Esta falta de experiencia y tradición del aparato institucional pesquero, en cuanto a trabajar con el contingente social que conforma el subsector, ha limitado seriamente sus posibilidades en cuanto a programar y ejecutar -en forma permanente y sistemática- acciones destinadas a administrar y manejar adecuadamente los recursos hidrobiológicos de explotación artesanal, a la vez que fomentar y promover el desarrollo socioeconómico, tecnológico y productivo de este subsector de la economía.

Con el fin de superar la carencia teórico-metodológica a la cual hemos hecho mención, a continuación se proponen las bases de lo que debe ser el marco teórico de referencia que guíe al aparato institucional pesquero en sus acciones de trabajo directo con el subsector pesquero artesanal. Dicho marco de referencia se inscribe en lo que hemos denominado sistema de **Extensión Pesquera Artesanal**.

ALCANCES CONCEPTUALES

La Extensión Pesquera Artesanal es la función eminentemente educativa realizada por el Estado para ayudar a los pescadores artesanales y sus familias a hacer un mejor uso de sus recursos naturales, tecnológicos, económicos y humanos, de modo que puedan mejorar constantemente sus niveles de vida.

Como la pesquería constituye la principal fuente de trabajo, sustento e ingresos de los pescadores artesanales y sus familiares, Extensión pone particular énfasis en asistirlos con el fin de conseguir: a) el uso óptimo del recurso pesquero para asegurar su fortalecimiento y conservación, b) el mejoramiento de las técnicas de extracción con miras a modernizarlas, asegurando mejores resultados económicos y trabajo menos fatigoso y riesgoso para los pescadores, c) la manipulación y conservación más apropiada de los recursos extraídos para una mejor realización en el mercado; d) la comercialización más ventajosa de los productos extraídos con el fin de cautelar los intereses de los pescadores; e) el mejoramiento de la infraestructura de desembarco, procesamiento y comercialización de los productos pesqueros; f) la diversificación de las actividades productivas de los pescadores con el fin de mejorar sus ingresos y mantener en el tiempo los recursos hidrobiológicos de tipo artesanal.

Pese a la importancia de la labor expuesta, ella no constituye el fin último de Extensión, sino pasos intermedios necesarios para que las comunidades pescadoras alcancen niveles de desarrollo socioeconómico propio de sociedades similares de otras partes del mundo más evolucionadas.

Consciente Extensión de que todo progreso es posible en una comunidad cuando los individuos que la integran participan activamente, impulsa en las caletas la organización socio-laboral de los pescadores, como punto de partida a las demás iniciativas.

Extensión procura que todos los pescadores de las caletas que asiste se afilien a la organización y participen activa y concientemente en la puesta en práctica de los acuerdos adoptados y en la realización de los planes de trabajo convenidos.

Con la cooperación de Extensión cada organización de pescadores hace su plan de trabajo. Estos planes de trabajo reflejan las necesidades y deseos de los asociados, así como sus posibilidades de llevarlos a cabo.

El enfoque humanista con que Extensión aborda las tareas conducentes al desarrollo la induce a ubicar al ser humano en el centro de todas sus reflexiones y esfuerzos por estimar que el desarrollo se produce como resultado de los cambios que los propios seres humanos experimentan a raíz de la acción educativa emprendida con tal propósito.

Acorde con la concepción humanista que Extensión tiene del desarrollo no mira al pescador como simple instrumento de producción sino como ser humano que tiene una familia y los problemas inherentes. Por tanto, se interesa por el mejoramiento de sus niveles de nutrición, salud, educación, esparcimiento, etc. Cuanto concierne al pescador, interesa a Extensión.

Para Extensión, el hogar y la familia son objeto de la mayor preocupación, convencida de que el deseo de proporcionar mayor bienestar a la familia es el mejor aliciente que tiene el pescador para aprender, superarse, ganar más y aceptar los sacrificios que ello acarrea. La utilización de los ingresos con este fin, evita su derroche o mal uso.

Convencida Extensión de la importancia que tienen los líderes en la vida de la comunidad y el satisfactorio desenvolvimiento de las actividades programadas, se esfuerza por descubrirlos,

ganarlos, capacitarlos y apoyarlos en sus empeños por contribuir al bienestar general y al cumplimiento de los acuerdos tomados por el grupo.

Las necesidades y problemas de los pescadores y de sus familias son múltiples y diversos. Por esto, muchos quedan fuera de la esfera de acción de Extensión y, por lo mismo, sin posibilidad de contribuir a solucionarlos. Esta realidad la empuja a buscar constantemente la coordinación y complementación de actividades con otras instituciones de los sectores públicos y privados, con miras a trabajar en unidad de propósitos.

En suma, Extensión Pesquera es una función esencialmente educativa que aboga por el desarrollo socioeconómico, tecnológico y productivo de los pescadores artesanos, en el bien entendido que el desarrollo material de los pescadores es resultado del desarrollo de los individuos.

Extrapolando conceptos se puede afirmar que el desarrollo pesquero artesanal es un proceso eminentemente educativo que ocurre como resultado de los cambios que experimentan los pescadores, en su manera de pensar y en su hacer cotidiano a raíz de dicho proceso educativo.

De acuerdo con esto, el desarrollo pesquero artesanal sería el resultado lógico del desarrollo del propio pescador.

Resulta entonces que siendo el desarrollo pesquero artesanal un proceso educativo es también un proceso de cambios.

Efecto importante del desarrollo pesquero artesanal es la satisfacción gradual y progresiva de las necesidades sentidas por la gente en lo social, económico y cultural y el acceso a niveles de vida más altos.

Conseguir que los pescadores artesanales tomen conciencia de su situación socioeconómica presente, así como las posibilidades, es tarea esencialmente educativa, como es también labor de carácter educativo el esfuerzo que se haga para despertar los deseos de progresar y confianza en que pueden lograrlo.

En su oportunidad, y como fruto de la acción educativa sistemática, los pescadores experimentarán gradualmente cambios positivos en sus mentes que se reflejarán necesariamente en sus maneras de pensar, actitudes, formas de hacer las cosas, conducta social, etc.

Los efectos de estos cambios se manifestarán de muchos modos en las personas, hogares y comunidades, como ser: interés por aprender más y mejores técnicas de trabajo, de realizar las labores del hogar, crianza y educación de los hijos, mejoramiento de la salud, alimentación, vestuario, recreación, etc., así como buena disposición para trabajar con los vecinos en la construcción de obras y otras iniciativas de progreso.

Este trabajo comunitario constante, que impone la necesidad de construir, mantener o mejorar la infraestructura local, plantea algunos requerimientos importantes para conseguir desarrollo, como ser: investigaciones de orden económico y social, movilización de los pescadores, su organización y participación, capacitación, asistencia técnica, etc.

Hablar del elemento humano de una caleta de pescadores es referirse a familias, que son grupos sociales compuestos por padres, hijos y muchos parientes de ambos sexos, adultos y jóvenes. Hablar de Extensión Pesquera Artesanal o de Desarrollo Artesanal es hablar de personas, del elemento humano de las caletas.

OBJETIVOS DE LA EXTENSION PESQUERA ARTESANAL

La importancia relevante que la Extensión Pesquera Artesanal atribuye a la intervención humana en la actividad pesquera, se pone en evidencia en el planteamiento que sostiene que la pesca es una forma especializada de relaciones entre el hombre y la naturaleza.

Según este concepto, en la actividad pesquera hay dos factores predominantes, igualmente importantes: Hombre y Naturaleza.

Expresada en forma de ecuación podría graficarse diciendo:

NATURALEZA + HOMBRE = PESCA

El grado de desarrollo global que llegue a alcanzar la actividad pesquera en un lugar, dependerá en gran medida de la forma cómo interactúen estos dos factores.

Los resultados en calidad y cantidad de las faenas extractivas estarán influenciadas necesariamente por la forma como hayan sido establecidas las relaciones entre el Hombre y la Naturaleza.

En esta relación hombre y naturaleza, el hombre procura extraer del medio en que trabaja animales y plantas para satisfacer necesidades, no sólo las del mercado respecto a determinados pro-

ductos, sino también el complejo de necesidades suyas y de su familia.

En su relación con la naturaleza (mar, ríos, lagos, etc.) el hombre (pescador artesanal) procede del modo que corresponde al grado de desarrollo intelectual, educacional, cultural, etc., del medio social a que pertenece.

Los propósitos, objetivos y formas de hacer su trabajo son fuertemente influidos en los pescadores artesanales por los patrones culturales del medio social en que se desenvuelven: costumbres, creencias, tradiciones, normas y valores culturales y religiosos, etc.

Los extensionistas pesqueros que deseen comprender más, para ayudar mejor a los pescadores con que trabajan, deberán esforzarse por conocer en qué forma y grado los patrones culturales de los universos sociales influyen en sus vidas, trabajo y comportamiento en general.

La gravitación de estos 2 factores (Hombre y Naturaleza) se reflejan en los objetivos de la Extensión Pesquera Artesanal. Como esta propende al desarrollo integral de la pesca artesanal, sus objetivos abarcan tanto al hombre que lo lleva a efecto, como el medio natural que lo hace posible.

Los objetivos de Extensión se dividen en objetivos fundamentales, generales y específicos. Estos objetivos están tan íntimamente ligados entre sí, que llegan a ser interdependientes.

Por ejemplo, para que puedan ser alcanzados los objetivos fundamentales es necesario que se cumplan los objetivos generales, para que estos se alcancen, es preciso que se realicen los objetivos específicos. Los propios nombres con que se les designa expresan esta idea.

Los *objetivos fundamentales* son de naturaleza amplia, reflejan la esencia misma de los fines de Extensión como función e institución, así como las intenciones del gobierno respecto al desarrollo y administración del subsector pesquero artesanal.

Los *objetivos generales* son más concretos que los fundamentales e indican claramente las líneas de acción identificadas para cumplir con los objetivos fundamentales.

Los *objetivos específicos* indican el resultado final que se espera a través de la operacionalización de los objetivos generales. La ejemplificación de los objetivos fundamentales, generales y específicos en la acción de Extensión, puede observarse en el cuadro siguiente:

Objetivos fundamentales	Objetivos generales	Objetivos específicos
A) Desarrollar la pesquería artesanal	— Conseguir que los pescadores se organicen socio-laboralmente.	Obtener la participación activa de los pescadores en programas de mejoramiento tecnológico, cultivos marinos, mejoramiento sistema de captura y post captura
	— Proteger los recursos hidrobiológicos de explotación artesanal	Desarrollar programas de administración y manejo de estos recursos y la participación activa de los pescadores en los mismos
	— Mejorar calidad y comercialización de productos pesqueros.	Mejorar manipulación y elaboración a bordo y en tierra de los productos pesqueros Mejorar puntos de venta en playa.
B) Desarrollar a los pescadores artesanales y sus familias.	Elevar el nivel educacional de los pescadores	— Gestionar realización de cursos sistemáticos de alfabetización — Realizar cursos de capacitación social, técnica y productiva. — Conseguir el funcionamiento independiente y permanente de sus organizaciones socio-laborales.

A nivel operacional, tanto los objetivos generales como los específicos pueden subdividirse en:

— objetivos educativos
— objetivos económicos y
— objetivos sociales.

(i) **Objetivos educativos**

Son educativos los objetivos que buscan producir cambios en las personas.

— Cambios en los conocimientos.
— Cambios en el modo anterior de hacer las cosas,
— Cambios en las actitudes.

Como Extensión es de por sí un programa educativo, lo esencial de su labor consiste en producir estos cambios en los pescadores y familiares.

De los diversos cambios que Extensión pueda conseguir de la población pesquera, los más trascendentes son los cambios de actitud.

La adquisición de conocimientos que pueden llevar al artesano a cambiar una técnica por otra más avanzada y ventajosa, no vale tanto por los beneficios económicos o de otra índole que pueda reportarle, sino por que lo pone en disposición no solo de adoptar nuevas técnicas, sino de preocuparse por buscarlas. Así, el cambio de conocimiento puede ser considerado como un medio para lograr el cambio de actitud.

A su vez, los cambios que se obtengan en el orden educativo serán el medio para lograr los cambios sociales que interesan.

(ii) **Objetivos económicos**

Son objetivos económicos aquellos que persiguen el aumento de los ingresos o mejorar su administración.

Ejemplos: mejoramiento cualitativo y cuantitativo de las extracciones; eliminación de las pérdidas por manejo defectuoso de los recursos hidrobiológicos; uso racional de los créditos disponibles; optimización del uso de los equipos de pesca e instalaciones; mejoramiento de las normas de comercialización, etc.

(iii) **Objetivos sociales**

Son objetivos sociales aquellos que procuran cambiar la vida de relación y/o las condiciones de vida de las personas.

Elementos de estos objetivos son los siguientes: organización formal de los pescadores, familiares de éstos y demás habitantes de las caletas, con miras a impulsar el mejoramiento de diversos aspectos de la vida familiar y comercial como ser: vivienda, educación, salud, infraestructura de tierra, infraestructura de comercialización, comunicaciones, etc.

LAS SEIS FUNCIONES EN QUE PUEDEN SER AGRUPADAS LAS ACCIONES QUE EL ESTADO HACE EN FAVOR DEL DESARROLLO PESQUERO ARTESANAL

Con el fin de precisar el rol de la Extensión pesquera artesanal dentro de las variadas acciones que el Estado realiza por impulsar el desarrollo nacional del subsector pesquero artesanal, agruparemos dichas acciones en seis funciones:

(i) **Función Político Normativa**

Se refiere a la función político normativa que realiza el Estado con el fin de impulsar, regular y administrar el desarrollo pesquero nacional. Esta función es cumplida por la Subsecretaría de Pesca, dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

(ii) **Función de Investigación**

Mediante estudios, muestreos biológicos, experimentación, etc. A esta función corresponde descubrir nuevas verdades conducentes al mayor conocimiento del mar, de los ciclos biológicos de los recursos pesqueros y de sus potencialidades con el fin de preservarlos, mejorarlos y desarrollarlos. La información que aporta la investigación, a través de las universidades, consultores privados e IFOP, sobre ésta y otras materias sirve de base al Estado (a través de la Subsecretaría de Pesca) para delinear su política para el subsector pesquero artesanal, a los pescadores artesanales para orientar sus decisiones y operaciones y en diversas formas y grados a los inversionistas, distribuidores y consumidores.

(iii) **Función Enseñanza**
Se refiere a la enseñanza sistemática básica y media, a la enseñanza técnica especializada en sus diferentes niveles, destinada a formar profesionales y técnicos del sector pesquero.
Esta función es principalmente asumida por el Ministerio de Educación, las Municipalidades, Universidades e Institutos de formación profesional.

(iv) **Función Fiscalización y Control**
A través del ejercicio de esta función se controla el cumplimiento de leyes y ordenanzas promulgadas para favorecer la actividad pesquera artesanal, como es la veda total o parcial de determinados recursos, la prohibición de pescar especies que no hayan alcanzado el tamaño mínimo establecido, el control de zonas de pesca, embarcaciones, licencia de pescadores, etc.
Esta función es realizada por el Servicio Nacional de Pesca (SERNAP) y el Ministerio de Defensa Nacional a través de la Dirección Nacional de Territorio Marítimo de la Armada de Chile.

(v) **Función Fomento y Servicios Directos**
En esta función se agrupan todas aquellas iniciativas que el Estado puede emprender para favorecer al subsector pesquero artesanal, impulsar su desarrollo, estimular a los particulares, apoyar a los pescadores en forma tangible, etc.
Ejemplo de acciones de fomento en el subsector pesquero artesanal son los créditos BID-CORFO, el mejoramiento de la infraestructura de desembarco artesanal realizado por la Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras Públicas, la introducción de un programa curricular específico para escuelas ubicadas en proximidades de Caletas desarrollado por el Ministerio de Educación.
Otras acciones que indirectamente se vinculan con esta función de fomento y servicios directos son la introducción del recurso salmonídeo del Pacífico, el banco de datos e información pesquera creado y mantenido al día por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), filial de la CORFO, así como un sistema de asesorías y servicios especializados a empresas.
Por encargo de CORFO el IFOP está desarrollando también un sistema de información de mercado para el sector pesquero, destinado a apoyar y orientar las investigaciones e inversiones de los sectores público y privado.
En Chile, en el pasado, el Estado impulsó con medidas de fomento el sector agrícola manteniendo a disposición de los productores servicios de maquinaria agrícola, motoniveladoras, destroncadoras, seleccionadoras de semillas, laboratorios de suelos, de fertilizantes, etc.
En algunos países, en el deseo de incentivar ciertos cultivos, los gobiernos implementan sistemas de crédito supervisado para vender a los agricultores insumos, material vegetativo, cercos de malla, alambre, reproductores, árboles frutales y forestales, vacunaciones veterinarias, etc.

(vi) **Función de Extensión y Desarrollo**
Como se ha señalado anteriormente, esta es una función eminentemente educativa de tipo extraescolar (capacitación y asistencia técnica) destinada a impulsar el desarrollo de la pesca artesanal, de los pescadores artesanales, sus familias y comunidades, ayudándolos a resolver sus problemas y a aprovechar racionalmente sus recursos naturales, económicos y humanos.

RELACION DE LA FUNCION EXTENSION Y DESARROLLO CON LAS OTRAS FUNCIONES

Una vez que hemos precisado el rol de la Extensión, en el conjunto de funciones que ejecuta el Estado para impulsar el desarrollo del subsector pesquero artesanal, veamos cómo la función Extensión se relaciona con el resto.

(i) **Relación de Extensión con la Función Político-Normativa**
Corresponde a la Extensión ejecutar acciones de difusión, capacitación y asistencia técnica que posibiliten al Estado conseguir los objetivos de política que se plantean para la administración, manejo y desarrollo del subsector pesquero artesanal.
Debe quedar claro que de no existir un medio a través del cual el Estado pueda pro-

yectar su política hacia el subsector pesquero artesanal, ninguna política que se proponga podrá tener éxito.

(ii) **Relación de Extensión con la Investigación**
Corresponde a la Extensión llevar a los pescadores artesanales los resultados positivos obtenidos por la Investigación, con el objeto de que introduzcan mejoras en sus actividades.
Es obvio que de no existir el medio de hacer llegar a la actividad pesquera esos resultados, la investigación no tendría objeto.
En cambio, es concebible una cierta dinámica de Extensión, sobre todo en la etapa inicial de un proyecto aun cuando Investigación no exista o su labor sea incipiente. Esto se explica porque Extensión estará en posibilidad de enseñar, entre los que se dedican a la pesca, los buenos resultados obtenidos por los pescadores más progresitas con la aplicación de métodos de trabajo más evolucionados.
En las caletas caracterizadas por el uso de métodos obsoletos de extracción, manejo inadecuado del medio natural, manipulación rudimentaria de los recursos extraídos hasta su venta a los distribuidores y/o consumidores. Extensión tendrá siempre abundante trabajo que hacer, ayudando a corregir las deficiencias mencionadas.
En cambio para aquellas caletas donde los métodos de extracción han alcanzado un alto nivel técnico, será indispensable la relación constante con la Investigación para procurar que ésta satisfaga las exigencias crecientes de una técnica en constante progreso.
En la medida que se desenvuelven los proyectos, mayor será la necesidad que tendrá Extensión de conocimientos, informaciones y métodos para difundir y enseñar entre los pescadores.
A mayor desarrollo más fuertes y estrechas deben ser las relaciones de la Extensión con la Investigación.
A Extensión corresponde la doble tarea que consiste en llevar a la investigación para su estudio y búsqueda de solución esa clase de problemática que confrontan los pescadores y que por su naturaleza no pueden resolver por sí mismos; y llevar al conocimiento de los pescadores las conclusiones de los trabajos en la investigación que pueden serles beneficiosas.

(iii) **Relación de Extensión con la Enseñanza**
Un pueblo educado es por lo general ávido de mayores conocimientos. La experiencia muestra lo fácil que resulta difundir conocimiento cuando la gente es receptiva a adquirirlo. En el caso extremo, que dura y difícil se hace igual tarea cuando ella debe llevarse a efecto entre personas analfabetas, incultas o reacias a la educación.
Esta realidad induce a Extensión a considerar con particular atención a la enseñanza general en sus grados básico y medio por la repercusión que la calidad e intensidad de su labor tiene en la existencia de las caletas de pescadores. Es por ésto, que el extensionista establece relaciones, desde el primer momento, con el personal docente de las escuelas de las comunidades pesqueras. Muchas veces la cooperación de los profesores y el aprovechamiento de las caletas, constituyen el impulso inicial de los proyectos de extensión pesquera.
En el plano de la enseñanza especializada, Extensión fortalece constantemente sus vinculaciones con los centros que la imparten atendiendo al beneficio mutuo que ello puede reportar.

(iv) **Relación de Extensión con la Función de Fiscalización o Control**
La naturaleza compulsiva de esta función, marca a Extensión la necesidad de actuar con prudencia extrema en el tratamiento de las materias de esta naturaleza, por las posibilidades de provocar resentimientos y enemistades.
Por ser la persuasión y la educación lo que caracteriza a la labor de Extensión, resulta contraproducente su intervención en esta función de fiscalización, considerando que por razonables y justas que sean estas intervenciones, si afectan a intereses de grupo y/o personas influyentes, perderá ascendiente y la confianza de ellos, dificultando seriamente su labor en el futuro.
Extensión, en cambio, podría realizar un trabajo complementario importante en favor de la función de fiscalización, divulgan-

do entre pescadores, comerciantes, procesadores, transportistas, distribuidores, etc., las razones que obligaron a las autoridades a adoptar medidas duras; y sobre todo, como el no haberlas adoptado habría dado como resultado que a la larga fueron ellos los más afectados. En esta forma, Extensión se conservaría fiel a su naturaleza educativa y conseguiría una actitud más favorable y disposición a colaborar.

(v) **Relación de Extensión con la Función de Fomento o Ayudas Directas**

Abundan los casos en que la labor de Extensión se ve imposibilitada para desarrollarse si no se remedian ciertas dificultades o "cuellos de botella" que limitan su acción. Tales situaciones se presentarán siempre que se trabaje con personas de condición modesta.

No todos los expertos de Extensión son afectos a la idea de involucrarse de lleno en la función Fomento, sobre todo en esa que se traduce en créditos con insumos o servicios. En estos casos los incumplimientos y fracasos por una o ambas partes son frecuentes. Por estas causas las relaciones entre los funcionarios y las personas que se quiere ayudar pueden llegar a extremos de gran tensión y hasta la ruptura.

Otros especialistas aceptan que Extensión haga Fomento, especialmente entre la gente más pobre y en la etapa inicial de un programa.

Lo más aconsejable probablemente sea actuar según cada circunstancia. Estas deberían orientar al extensionista sobre el mejor camino a seguir.

Como norma general conviene tener claro que el exceso de ayuda puede resultar contraproducente por el peligro que los pescadores se mal acostumbren y se caiga en alguna forma de paternalismo, lo que es negativo.

Lo verdaderamente importante es obtener desde el primer momento que pescadores artesanales se acostumbren a pensar y hacer por sí mismos aquello que ha de solucionar sus problemas.

El extensionista puede hacer cierta labor de fomento, en forma limitada y siempre que no ponga en peligro sus buenas relaciones con los habitantes de las caletas. El exceso puede dar por resultado que desnaturalice su función, que debe ser esencialmente educativa.

NATURALEZA EDUCATIVA DE LA FUNCION EXTENSION

Como ya se ha dicho, la función Extensión es eminentemente educativa, pues persigue producir cambios en los conocimientos, actitudes y destreza de los pescadores, para lograr tanto su desarrollo individual, profesional como social.

La Extensión es una educación informal y extraescolar, en tanto que la enseñanza es educación formal que se realiza dentro de las aulas.

La educación informal de Extensión no se ajusta a cursos ni a alumnos regulares ni a programas rígidos. Para hacer su labor educadora Extensión va tras los educandos donde quiera que se encuentren: en sus hogares, lugares de trabajo y sitios donde habitualmente se reúnen.

Como las materias que enseña y los asuntos que Extensión aborda se refieren a inquietudes, necesidades y problemas de los pescadores, éstos están por lo general interesados en lo que se enseña. La aplicación práctica inmediata que pueden hacer de lo aprendido para mejorar sus formas cotidianas de trabajo y/o de vida es su mejor motivación y estímulo.

Es en la naturaleza educativa de la labor de Extensión donde reside su importancia, porque los avances que las personas alcanzan debido a la educación son definitivos, no sufren vuelta atrás.

Como se sabe, los frutos de todo proceso educativo se producen lentamente y por lo mismo los logros del trabajo de Extensión son lentos.

Por esta causa, cuando en algún país las autoridades se muestran ansiosas por destacar con inmediatismo y espectacularidad su dinamismo realizador, pronto se desencantan de Extensión, por creer erróneamente que les está regateando su concurso.

Por cierto, Extensión no es indiferente a las inquietudes que tengan las autoridades, aún más, sabe que una de sus funciones es cooperar activamente para hacer realidad las políticas del gobierno para el subsector pesquero artesanal. El asunto para ella es cómo hacerlo, sin tener que renunciar permanentemente a sus postulados ni desnaturalizar su esencia educativa.

CAMPOS DE ACTIVIDADES DE EXTENSION

Como los objetivos fundamentales de Extensión son muy vastos, el área de su preocupación y actividades también lo son. Ya se dijo en párrafo anterior que cuanto concierne al ser humano interesa a Extensión.

Le interesan, por ejemplo, tanto los problemas relacionados con la pesca misma, como los concernientes a las condiciones en que debe desarrollarse, infraestructura de desembarque, descarga, camino, mercadeo, crédito, transportes, abastecimiento, etc.

Respecto a los pescadores artesanales, le interesa además a Extensión lo relacionado con el bienestar de ellos, sus familias y demás habitantes de las caletas vinculados a esta actividad (comerciantes, carpinteros de ribera, remitentes, etc.). Le interesa su situación económica y social, niveles alimentarios, higiene del hogar y de la comunidad, salud, educación, analfabetismo, vivienda, facilidades para capacitarse, grupos formales existentes, liderazgo, etc.

Es por esto que la labor de Extensión no debe circunscribirse sólo a los pescadores. Lo ideal es incluir también a las mujeres y otras personas que habitando en la caleta no realizan actividades como productores directos. (comerciantes, remitentes, etc.).

Impulsar y fortalecer la coordinación entre pescadores y comerciantes es tarea prioritaria de Extensión, dado que los intereses de unos y otros son complementarios entre sí, sobre todo si se piensa que gran número de pescadores artesanales entregan todo o gran parte de lo que capturan a los comerciantes y remitentes.

Por esta causa, todo esfuerzo que Extensión pueda hacer para capacitar a los pescadores en mejores técnicas extractivas redundará en beneficio de ellos y los comerciantes. De igual forma, cualquier esfuerzo en capacitar a los comerciantes en mejores faenas de manipulación e higiene en el expendio de productos pesqueros redundará en beneficio de ellos y los pescadores.

Los nuevos conocimientos y técnicas a enseñar a los pescadores artesanales, deberá obtenerlos Extensión cuando los propios resulten insuficientes del área de investigación.

Una pesquería es una unidad económica, de modo que Extensión, al abordar determinados rubros de su explotación, debe hacerlo sin perder de vista la noción de conjunto, pues es la única forma en que puede mejorar sus productividad. Por eso, no puede preocuparse sólo de la producción, sino también del mercado.

Por todas estas razones, la tarea de capacitar a los pescadores para la administración racional de sus recursos es una de las más importantes en Extensión.

Gayana, Bot. 45 (1-4):451-460, 1988 ISSN 0016-5301

REFLEXIONES ACERCA DE LA TRANSFERENCIA TECNOLOGICA EN CULTIVO DEL ALGA *GRACILARIA* SP. (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE) A PESCADORES ARTESANALES

COMMENTS ON THE TRANSFER OF TECHNOLOGY IN ALGAE GRACILARIA *SP. (RHODOPHYTA, GIGARTINACEAE) BREEDING TO ARTISANAL FISHERMEN*

Carlos Toro Urbina*
Cristián Cornejo Moraga*

RESUMEN

A partir de una experiencia de transferencia tecnológica en cultivos marinos de alga *Gracilaria* sp., entre un equipo técnico y una organización de Pescadores Artesanales, surgen hechos y cuestiones en cuanto a la eficacia de métodos y resultados que se obtienen de dicha interacción.

El presente trabajo pretende reflexionar al respecto, tanto resignificando algunos conceptos, como profundizando en los roles que juegan en las acciones de terreno, el equipo técnico y el grupo de pescadores organizados. Además se propone un plan de transferencia de técnicas de cultivo que pretende orientar cronológicamente las actividades de asesoría técnica.

De la experiencia realizada en Caleta Llico (Arauco, VIII Región, Chile), resultados parciales reafirman positivamente que son principalmente tres los factores de mayor relevancia para el éxito de un proyecto de transferencia, a saber: a) Una correcta evaluación de las condiciones biológico ambientales de la zona de trabajo, b) El buen desenvolvimiento de la organización social de la comunidad pesquera artesanal y del equipo técnico asesor y c) Adecuados niveles de educación y capacitación de la comunidad.

ABSTRACT

On the basis of a transfer of technology in sea-breeding of *Gracilaria* algae sp. between a technical team and an organization of artisanal fishermen, several facts and questions are raised as to the effectiveness of the methods used and results obtained in such an interaction.

This work reflects on the experience, giving new meaning to several concepts as well as examining more deeply the roles that the technical team and organized fishermen play in the on-site work. Also, a plan for technical transfer is proposed which schedules chronologically the activities of the technical assistance team.

Partial results from the experience carried out at Caleta Llico (Arauco, VIII Región, Chile) positively show that there are basically three factors most relevant to the success of a transfer project: a) a correct evaluation of the biological and environmental conditions in the work sector; b) a high level of effectiveness and development in both the artisanal fishing community and the technical aid team; and c) an adecuate level of education and training within the community.

KEYWORDS: *Gracilaria* sp., cultivation, transfer of technology, artisanal fishermen, technical team.

*Pastoral Obrera - Arzobispado de Concepción
Amavillo 520
Concepción - Chile

ANTECEDENTES GENERALES

El presente trabajo es producto de una reflexión hecha por un equipo de asesoría técnica, en torno a un proceso de transferencia de técnicas de cultivo de alga *Gracilaria* sp. Este se ejecutó en Caleta Llico (Golfo de Arauco, VIII Región, Chile), y su realización obedeció a una petición formulada por un grupo de Pescadores Artesanales de esa comunidad al Programa Pesquero Artesanal de la Vicaría de Pastoral Obrera, dependiente del Arzobispado de Concepción.

Dicha petición consistió, originalmente, en la propuesta de implementar en Bahía Llico cultivos de dos especies: "Pelillo" (*Gracilaria* sp.) y "Choro Zapato" (*Choromytilus chorus*). Además, esta experiencia fue regulada a través de una Cooperativa de Pescadores Artesanales de la Caleta, la cual se encontraba en formación al iniciar el proyecto. Para tal efecto los pescadores aportaron con mano de obra, combustible, embarcaciones, compresores y equipos de buceo y la Vicaría de Pastoral Obrera con profesionales para la asesoría técnica y con el costo de los prototipos experimentales.

La experiencia comenzó en agosto de 1986 con la vinculación entre los pescadores de Llico y el equipo Técnico de la Vicaría. En noviembre de ese año se constituyó legalmente la Cooperativa de Pescadores de la Caleta, pudiendo iniciar así los trámites para la obtención de una concesión marítima de aproximadamente 24 Há de extensión. Durante este año e inicios de 1987 se realizaron acciones de diagnóstico y motivación. Posteriormente comenzaron las actividades de asesoría y capacitación, en complemento con cultivos experimentales de *Gracilaria* sp. los mejores resultados tanto en costos de operación como en rendimientos se obtuvieron de las praderas plantadas directamente con "cuchara" (poruña), mediante buceo. Se desechó la plantación con mangas de polietileno y con sistema de pistola de aire. Por otro lado la experiencia con "Choro zapato" alcanzó la etapa de construcción de un prototipo experimental (balsa), y se postergó por decisión de los pescadores para centrar toda la atención en el cultivo del alga.

Iniciando el año 1988, la Cooperativa cuenta con 40 asociados (15 más de los iniciales) y es una organización con un buen nivel de funcionamiento. A inicios del presente (marzo) han obtenido su Certificado de Iniciación de Actividades Pesqueras. La situación actual del programa de manejo de la pradera indica la posibilidad de iniciar la etapa de masificación del cultivo. Hoy existen tres Há plantadas, esperándose a la misma fecha de 1989 llegar a las 10 Há. El programa de manejo contempla, además, la realización de algunas cosechas y el diseño de nuevos experimentos para la investigación de mejores rendimientos.

INTRODUCCION

La actividad de cultivos marinos ha tenido auge en Chile en los últimos cinco años, motivada en gran medida por interesantes resultados económicos (mercado) y por la escasez y/o colapso de praderas o bancos naturales.

En particular el cultivo de praderas artificiales o el manejo de praderas naturales de *Gracilaria* sp. representa, por su bajo costo de inversión, rentabilidad en el corto plazo y bajas barreras de acceso tecnológico, una buena alternativa productiva para el pescador artesanal (Becerra et al. 1986, informes de la existencia de algunas experiencias en la VIII y X regiones, principalmente).

Este hecho ha motivado también la necesidad de investigar más acuciosamente los factores bióticos y abióticos que intervienen en la subsistencia y expansión del alga *Gracilaria* sp. en su ambiente natural (Pizarro, 1986; Black y Fonck, 1981; Dellarossa, 1974; ESPES, 1982; Fonck, 1979; Poblete et al., 1983; Romo y Alveal, 1979; Romo et al., 1979; Santelices y Fonck, 1979; Dellarossa et al., 1980; Ramírez et al., 1980).

Además, el ejercicio del cultivo de algas a escala artesanal ha generado una investigación aplicada a situaciones locales, ejecutada por equipos asesores, en busca del mejor sustrato, sistemas de cultivo, biomasas cosechables, etc. (Alveal, 1986; Santa Cruz et al., 1983; Wilkomirsky, 1979; PRODEMAR LTDA., 1983; Pizarro, op. cit.; Becerra et al., 1986).

La transferencia de técnicas de cultivos marinos a pescadores artesanales representa una buena medida no coercitiva de regulación para la explotación racional de los recursos naturales renovables del mar. A la vez podría proporcionarles "no sólo productos alimentarios, sino también fuentes de prestigio y poder, mayores ingresos, valor de autodeterminación, valor de habilidades organizativas, valor de crecimiento

adquirido y valor de la mayor orientación hacia la solución de problemas mediante contactos con el personal asesor (Engle, 1986)". Sin embargo, estas acciones de transferencia no están exentas de complejos problemas. Pollmac (1979), por ejemplo, relaciona el cambio tecnológico con la organización social y sus consecuencias sociales para la comunidad de pescadores artesanales. Plantea que sin el conocimiento previo de estos aspectos y sus relaciones se pueden esperar consecuencias negativas tales como: estratificación social, desarticulación de la organización, aumento de las tensiones sociales en la comunidad, resentimiento de tradiciones culturales, por nombrar algunas.

Existen otros y variados argumentos que sustentan la necesidad de meditar cuál es el rol más acertado y eficaz de los equipos técnicos que participan en un proceso de transferencia tecnológica. En la convicción de que dichos equipos deben abordar estas acciones con una perspectiva holista, con procesos y resultados que tiendan a ser integrales, es que hemos decidido los autores aportar como técnicos a la reflexión de cuestión tan fundamental.

METODICA DE TRABAJO

Como se plantea en los antecedentes, el presente trabajo es producto de la reflexión y análisis de la puesta en marcha de un cultivo de *Gracilaria* sp. en Caleta Llico, y por otra parte obedece a un conocimiento sistemático del contexto, con objeto de dimensionar, en términos generales, las condiciones de vida de la comunidad donde se desarrolló el trabajo.

Para esto se utilizaron como instrumentos:

a) La observación participante:
Vivir con los pescadores artesanales períodos prolongados para observar sus formas de vida cotidiana. Estas observaciones fueron registradas en bitácoras que eran analizadas posteriormente por el equipo técnico;

b) La entrevista no estructurada:
Permite un contacto personal y directo con los sujetos que son parte de la investigación y crear el ambiente que les permite decir lo que piensan y sienten libremente, con su propio lenguaje, que es parte de su realidad; y

c) Sesiones de interpretación de datos.
Estas eran sesiones periódicas del Equipo Técnico, orientadas por un asesor en el aspecto teórico, cuyo objetivo era interpretar los datos obtenidos en terreno (bitácoras, grabaciones, etc.) y contrastarlas con la propuesta teórica (Plan de Transferencia Tecnológica).

CONSTATACIONES GENERALES DE LA EXPERIENCIA

1. En una experiencia de interacción de un equipo técnico con un grupo de pescadores artesanales se comparte activamente el conocimiento entre unos y otros. Tanto el pescador artesanal debe valorar el conocimiento científico-técnico del equipo, como este último valorar también el conocimiento de sentido común de ellos.
2. El desarrollo de cualquier iniciativa de capacitación debe contemplar primero que nada una efectiva vinculación con el grupo, de tal manera que puedan fijar contenidos y horarios a partir de lo que son sus exigencias o necesidades más sentidas.
3. Es determinante el reconocimiento del nexo teoría-práctico. Es necesario definir que la teoría no sirve sin práctica. Está mediada por ésta. Se comprobó que cuando se implementó la actividad práctica la teoría se asume sin problemas.
4. La presencia de la organización representativa de los pescadores artesanales es determinante, para los efectos de vinculación, operación y planificación de la transferencia; en tanto, abre la libre participación de los sujetos en el trabajo. En consecuencia, mejora la calidad de éste.
5. Un programa de motivación y capacitación debe contemplar tres aspectos fundamentales: i) Flexibilidad metodológica del equipo técnico; ii) Medios económicos mínimos que aseguren la sistematicidad, el trabajo de terreno y personal calificado; iii) Contar con los plazos pertinentes para el desarrollo de los proyectos (mínimo 3 años).
6. La calidad y efectividad del trabajo de técnicas productivas con pescadores artesanales está estrechamente vinculada a un conocimiento sistemático de la compleja problemática de la transferencia tecnológica. Esto implica definir con claridad los principios teóricos y prácticos que sustentan dicha transferencia. Definir la orientación que tiene la misma y cuál es el propósito final de ese trabajo. Estos tres as-

pectos deben ser discutidos con los grupos organizados que desarrollan esta tarea.

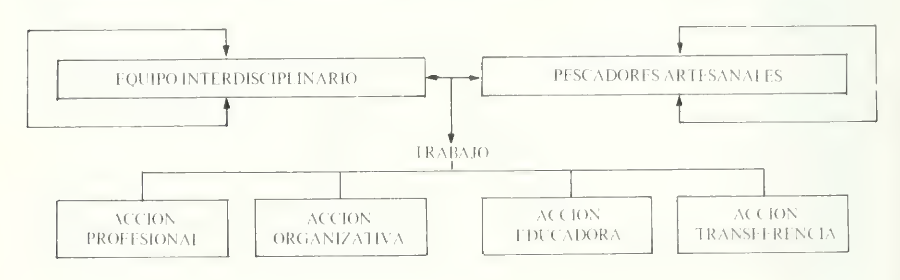
7. La transferencia tecnológica significa una formación en las causas para todos los participantes en el proceso. No hacerlo significa generar el trabajo alienado (Marx, 1844).

RESIGNIFICACION DE ALGUNOS CONCEPTOS EN LA TRANSFERENCIA TECNOLOGICA

Generalmente, muchos de los procesos de transferencia tecnológica con pescadores artesanales, incluida también nuestra experiencia, caen en momentos o permanentemente en una práctica unidireccional y vertical. Esta se expresa en la inculcación mecánica de ciertos conceptos y técnicas, objetos de la transferencia, a los pescadores artesanales, quienes de esta forma son asumidos como receptores pasivos (Gramsci, A. 1967).

Se produce de esta manera un proceso impositivo en donde no se respetan las diferencias existentes entre las dos culturas (la del equipo técnico y la de los pescadores artesanales), y en donde se subestima la posibilidad de un intercambio real de conocimientos. Esto da pie a relaciones de carácter impersonal que pueden neutralizar seriamente la eficacia de la transferencia.

Es por esto que en esta parte del trabajo se pretende resignificar algunos conceptos que están presentes en los procesos de transferencia tecnológica.



Dentro del proceso de transferencia tecnológica se reconocen dos sujetos colectivos participantes, el equipo interdisciplinario y los pescadores artesanales, los que interactúan a través de un proceso igualitario, pero que reconoce las diferencias entre y al interior de los sujetos colectivos.

La transferencia tecnológica busca abrir espacios para la apropiación de conocimientos, tanto para el equipo técnico, como para los pescadores artesanales. Este conocimiento surge de la relación entre la práctica (las técnicas de cultivo), el conocimiento de sentido común (aportado por los pescadores) y el conocimiento científico (aportado por el equipo técnico).

El proceso de interacción está mediado por un elemento central y común a los dos sujetos colectivos participantes, donde se provoca una comunicación que reconoce las diferencias entre los sujetos colectivos, más natural y fluida. Este es el trabajo, que no es otra cosa que una acción intencional para transformar la realidad de los sujetos colectivos en sus acciones, conocimiento y su forma de relacionarse, lo que lo convierte en un trabajo libre.

Este trabajo se estructura sobre un conjunto de acciones.

1. **Acción educadora**

   Se entiende que la función que cumple el equipo técnico no es solamente la mera transmisión de conocimiento sobre tal o cual especie y sus técnicas para cultivo, sino que aportar con una actitud de vida, es decir, transmisión de valores. Esta transferencia no se originará en las actividades específicas que lleven esa intención, sino que se producirá en la cotidianeidad de las acciones, por lo que debe existir entonces una permanente observación de la situación y de las conductas del equipo:

   1.1. **Problematizadora**

   — Estimulando a los pescadores artesanales en la creación permanente de nuevos

aprendizajes; donde el equipo técnico es uno más del grupo, lo que implica que el aprendizaje es colectivo. Ejemplo: modificación de las técnicas de cultivo por los pescadores artesanales.

— Incentivando a los pescadores artesanales a que discutan sus problemas (recursos, comercialización, problemas socioeconómicos, etc.) y sus posibles soluciones, lo que los lleva a un análisis crítico de su realidad y a una toma de conciencia colectiva de sus problemas.

En esta situación el equipo técnico es uno más del grupo y aporta a la discusión y al ordenamiento del análisis colectivo.

1.2. **Organizadora**

Transformando los momentos cotidianos en situaciones de aprendizaje colectivo, donde se comparte el saber o conocimientos (técnicas, sentido común y conocimiento científico); tanto el equipo técnico como de los pescadores artesanales. Situación donde los modos que asume el trabajo deben ser flexibles.

1.3. **Comunicadora**

Generando una relación igualitaria entre los sujetos colectivos, relación donde se comparten experiencias, conocimientos, información a partir del testimonio personal, pero se reconocen las diferencias culturales.

2. **Acción de transferencia**

La transferencia tecnológica debe ser un diálogo de culturas, la del equipo técnico y la de los pescadores artesanales, la que debe orientarse a una síntesis cultural, que es necesariamente creación cultural.

Por otra parte, es imposible que el equipo técnico se transforme y llegue a protagonizar el rol de los pescadores artesanales y viceversa, lo que hace que nunca se pueda llegar a una interacción horizontal, pero ésta debe tender a acercarse lo más posible.

El riesgo de no realizarlo, genera una transferencia vertical, donde los participantes del equipo técnico se transforman en las personas que deciden las actividades a realizar y cómo realizarlas, transformándose los pescadores artesanales en meros ejecutores, debido a que no existen los espacios para que este sujeto colectivo aporte con sus conocimientos.

Es en este punto donde radica el éxito de la proyección de la transferencia debido a que los pescadores, si bien es cierto pueden aprender algunos conocimientos del equipo técnico, no se sienten partícipes o sujetos activos en el proceso de transferencia, que se manifestará en la deserción de éstos en el proceso.

3. **Acción profesional**

Las acciones concretas que se lleven a efecto durante el proceso de transferencia tecnológica requieren que sean asumidas por profesionales competentes, tanto profesionales pescadores artesanales como profesionales técnicos. Esto determina la calidad con que transcurre el proceso de transferencia. De no ser así, el proceso se verá desprovisto de la apropiación de conocimientos, cuya resultante es la ninguna o escasa producción de conocimiento científico, por lo tanto, no existe transferencia tecnológica.

4. **Acción organizativa**

La transferencia tecnológica requiere que el sujeto colectivo pescadores artesanales debe estar agrupado en torno a una organización, cuyo objetivo, en este caso, es ser una expresión orgánica por intermedio de la que el proceso de transferencia se ve facilitado. Pues bien, para que este objetivo se cumpla deben estar presentes dos condiciones:

— Representar fielmente los intereses de sus asociados. Esto se manifiesta en la legitimidad que los dirigentes tengan al interior de éstos; y

— Deben existir los espacios para la discusión y la participación. Esto se manifiesta en el funcionamiento orgánico.

De no existir estas características no se producirá transferencia tecnológica propiamente tal, debido a que la apropiación sólo será del sujeto colectivo pescadores artesanales, y en este caso de los dirigentes, cuyo objetivo es la ambición de poder de parte de éstos para continuar con una dirección verticalista y manipuladora de la organización.

Pues bien, como se observa en esta parte del trabajo, el proceso de transferencia tecnológica encierra una serie de conceptos (sociales,

biológico-técnicos, económicos, etc.) que aporta con una mayor amplitud al proceso de transferencia en sí, y al mismo tiempo lo hace más complejo que un simple traspaso, a los pescadores artesanales, de una determinada técnica de cultivo para una determinada especie.

Por otra parte, esta primera aproximación de análisis del proceso de transferencia tecnológica debe continuar con una constante reflexión y puesta en práctica por los grupos interdisciplinarios interesados, con la urgente incorporación a ésta de los pescadores artesanales, ya que la transferencia tecnológica en definitiva es la síntesis de dos culturas distintas en donde son objeto de transferencia el conocimiento de sentido común y el conocimiento científico en la acción práctica, es decir, en el trabajo.

PROPOSICION PARA UN PLAN DE TRANSFERENCIA DE TECNICAS DE CULTIVOS MARINOS A PESCADORES ARTESANALES

Este plan recoge elementos de la reflexión realizada en capítulos anteriores, además de otras fuentes (Engle, 1986; Becerra et al., 1986), en las cuales se basa parte de la estructura y funciones de las diferentes etapas que componen el proceso y transferencia de tecnologías. Este plan, además, es una sistematización de la metodología usada en nuestra experiencia, sujeto según nuestras constataciones a ser usado con flexibilidad para adecuarlo a ciertas condiciones particulares.

De esta forma, se propone una herramienta de trabajo para quien desee abordar la problemá-

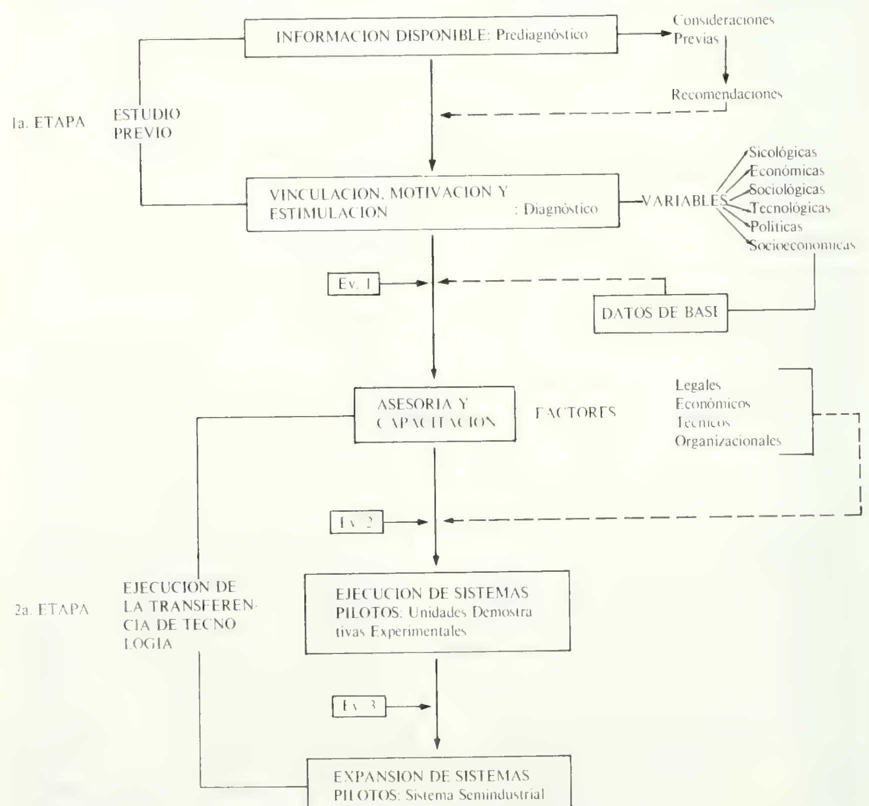


Fig. 1. Diagrama del Plan de Transferencia de Tecnología de Cultivos Marinos al Pescador Artesanal de subsistencia

tica del desarrollo pesquero artesanal por vía de la apropiación de innovaciones productivas, tales como técnicas de cultivos marinos.

Etapas del Proceso de Transferencia

1. **Estudio previo: (1ª etapa)**

1.1. **Información disponible:**

Las primeras acciones del equipo asesor implican acopiar la mayor cantidad de antecedentes bibliográficos que pudieran tener relación con la experiencia. Esta revisión debe permitir situar al equipo en un ámbito: geográfico, histórico, demográfico, sociológico, ambiental, biológico y económico determinado. Con ellos se puede elaborar un prediagnóstico, fundamental para orientar y programar las primeras acciones de terreno.

1.2. **Consideraciones previas:**

— El plan es selectivo, debido a que no en todas las caletas existen las condiciones óptimas para que se cumplan exitosamente todas las etapas del proceso de transferencia. Sin embargo, siendo selectivo en su ejecución integral, puede ser aplicado en general en alguna de sus primeras etapas.

— La ejecución del plan puede ser limitada y sus proyecciones intrascendentes, si no es expresión de una planificación que establezca políticas de desarrollo de los cultivos marinos a nivel artesanal en todo el país.

1.3. **Recomendaciones:**

— De entre muchas variables que intervienen en el proceso de transferencia de técnicas de cultivos marinos, se consideran fundamentales las siguientes (en orden de importancia): a) Condiciones biológico-ambientales de la zona en estudio; b) Grado de organización social de la comunidad pesquera artesanal, y c) Niveles de educación y capacitación de la población.

— Se debe tratar de incorporar a la familia en el sistema de producción de los cultivos marinos, repetando las normas naturales (informales) del trabajo y la organización.

— El compromiso que el pescador artesanal adquiere con el proceso de transferencia tecnológica nace esencialmente de un interés económico. De aquí que su grado de responsabilidad ante el proyecto debe afianzarse con algún tipo de inversión que él haga. En todo caso, la incertidumbre de que las innovaciones proporcionen retornos comparables a la extracción tradicional de subsistencia, bien adoptados y con rendimientos conocidos, produce un alto índice de riesgo en el pescador. De cualquier forma ese riesgo debe ser superado para aumentar el compromiso económico del pescador artesanal, pues un subsidio total genera paternalismo y suele disminuir las posibilidades de éxito del proyecto.

— Si se implementara un sistema de cultivo cualquiera, se debe tener como principal preocupación el tipo de propiedad y el impacto en la estratificación social de la comunidad que ése genera. A la vez se debe considerar la incorporación gradual de las nuevas técnicas de cultivo, cuidando de no alterar tan bruscamente las labores tradicionales de producción. No debe transformarse en la única forma de producción en el corto o mediano plazo.

1.4. **Vinculación, motivación y estimulación: Diagnóstico:**

Esta sección contempla las acciones planificadas para acceder a la comunidad protagonista del proceso de transferencia tecnológica. Básicamente son de dos tipos:

La primera de ellas orientada a promover la vinculación con la comunidad de pescadores artesanales a través de actividades de motivación, estimulación y educación (i.e. talleres de diagnóstico, actividades recreativas, charlas, audiovisuales, etc.).

La segunda acción, que se inserta también dentro de la primera, se orienta a una diagnosis local, clara y confiable que sustente las etapas posteriores. Contempla actividades de obtención y tratamiento de Datos de Base (i.e. entrevistas, encuestas, muestreos, censos, etc.).

1.5. **Primera evaluación:**

Contempla un análisis y conclusiones a partir de los datos de estudios transversales -de base- (se toman en un punto de

tiempo para cierto número de variables). Generalmente, las variables son múltiples y diversas, y de su correcta elección y tratamiento depende si representan la realidad de un cierto lugar y de las personas que lo habitan. Dichas variables son de tipo: sociológicas, sicológicas, económicas, tecnológicas, políticas, socioeconómicas y biológico-ambientales.

Se deben determinar y evaluar prioritariamente las variables y estructuras sociológicas más importantes en la comunidad de pescadores artesanales. Es preciso evaluar su sistema de valores, metas y motivaciones, con el fin de poder determinar si estos valores afectan al éxito o fracaso de un proyecto. Para detectar e identificar las metas y motivaciones se recolectan datos de base para obtener una descripción de la vida o perfil social de la comunidad. Dichos datos deben considerar: población, composición étnica, base social, empleo, ingreso, educación, bienestar, orientación del gobierno, legislación y justicia, salud, servicios sociales, recreación, transporte, comunicaciones, vivienda, religión, posición frente al riesgo, orientación científica, motivación económica, actitud hacia el crédito, creencias y conocimientos, características personales y conducta anterior, etc.

Con la evaluación de la información obtenida en esta primera etapa se debería decidir la continuación o no del proceso de transferencia.

2. **Ejecución de la Transferencia Tecnológica: (2ª etapa)**

Esta etapa comienza a implementar completamente y en terreno las experiencias de transferencia tecnológica.

2.1. **Asesoría y capacitación:**

Asesoría y capacitación se pueden desarrollar juntas y con actividades similares (i.e. charlas, foros, talleres de capacitación, sesiones de audiovisuales, etc.) y siempre buscando el poder canalizar complementariamente las inquietudes más contingentes para el pescador artesanal.

Algunos factores que se deben abordar en esta sección son:

a) **Técnicos:**

— Biológico-ambientales: Muestreos cuanti y cualitativos de especies-recurso; manejo básico de la biología (ciclos de vida), ecología (cadenas tróficas) y oceanografía (temperatura, salinidad, oxígeno, clima corrientes, nutrientes, contaminación de las aguas, etc.), selección de las especies cultivables y de las zonas de cultivo. Conocimientos y manejo en la obtención de semillas, crecimiento y engorda, plantación, podas, cosechas, etc.

— Diseño, construcción y mantención de los sistemas de cultivo: Selección de aquellos óptimos dependiendo de la zona. Construcción de Unidades Demostrativas Experimentales.

b) **Legales:**

— Tramitación de personalidad jurídica y reglamentación de las organizaciones de pescadores.

— Asesoría en la obtención de la Concesión Marítima para él o los cultivos.

c) **Económicas:**

Curso de Contabilidad Básica (estudios de costo, administración, presupuesto empresarial y flujo de caja).

— Estudios y asesoría para aspectos de comercialización, prefactibilidad económica, estudios de mercado, distribución y ventas.

— Capacitación en la inversión, reinversión y el ahorro del capital.

d) **Organizacionales:**

— Fortalecimiento o creación de instancias organizativas ad-hoc a los objetivos del proyecto. Planificación de la mano de obra, definir las relaciones y responsabilidad productiva entre pescadores artesanales y su comunidad.

— Respaldar la gestión de la organización que define estructura y funciones compartimentalizadas,donde el cultivo es una actividad entre otras.

2.2. **Segunda evaluación: (Ev. 2)**

Se debe evaluar fundamentalmente el grado de asimilación, conocimiento y manejo de las nuevas técnicas productivas. Ade-

más se debe evaluar la capacidad de gestión y autogestión de la Organización de Pescadores Artesanales ante las exigencias del proceso de transferencia.

De acuerdo a la información obtenida de los estudios de los distintos factores se debe decidir si es viable o posible la ejecución de un sistema de prueba aplicando preferentemente los criterios biológicos y económicos. Es decir, debe evaluarse positivamente la factibilidad biológica y económica de un Sistema Piloto.

2.3. **Ejecución del Sistema Piloto:**

En esta sección la comunidad de pescadores artesanales y su organización deben estar lo suficientemente capacitados para preocuparse del montaje, de la operación y la mantención de la o las unidades demostrativas. Estas a su vez cumplen con el objetivo de reafirmar en la práctica los conocimientos del pescador artesanal.

Aquí se deben poner a prueba las estructuras y funciones de la organización respecto a la administración de una innovación productiva.

2.4. **Tercera evaluación: (Ev. 3)**

Aquí se deben evaluar básicamente el rendimiento económico obtenido por la experiencia piloto y los efectos diversos que pueda estar teniendo la nueva tecnología productiva en la comunidad de pescadores artesanales.

De ahí que los cambios provocados deban compararse, ya sea con la situación en que se habría encontrado el pescador si el proyecto no se hubiera realizado o con la situación del pescador artesanal antes de la ejecución del proyecto.

Para ello se pueden analizar los cambios y efectos principales en los diversos aspectos, probablemente influenciados por el proceso de transferencia:

— Sicológicos: Comprenden la motivación del pescador y actitudes suyas receptivas a las nuevas ideas.
— Educacionales: Cambios en este aspecto producto de un mayor conocimiento sobre conceptos y destrezas de las nuevas tecnologías.
— Tecnologías: Cambios mediante aprendizaje de los nuevos métodos de producción, organización, administración y distribución.
— Sociológicos: Comprenden la variación en las relaciones entre personas, grupos e instituciones dentro de un proceso de desarrollo económico.
— Económicos: Nuevas asignaciones de recursos a las distintas áreas de trabajo, distribución del ingreso y renuncia al consumo actual para permitir una mayor inversión.
— Políticos: Cambios en el control y el ejercicio del poder.

Esta evaluación nos entregará antecedentes de cuán efectiva está siendo la innovación tecnológica, medida globalmente de acuerdo a todos los aciertos y errores.

Si el balance es positivo, entonces se puede pensar en aumentar la inversión de capital expandiendo los sistemas de prueba.

La evaluación de aquí en adelante es periódica y está orientada más que nada a controlar los efectos que va teniendo el desarrollo del proceso productivo respaldado por una innovación tecnológica.

Finalmente, la expansión de los sistemas de prueba a un nivel semindustrial debiera ser la rúbrica a un exitoso proceso de transferencia tecnológica que ha pasado por una serie de etapas y evaluaciones. Esta decisión debiera tomarse siempre y cuando existiese una alta probabilidad de que los antecedentes recogidos son representativos y que en definitiva la diversificación de la producción con alternativas de explotación racional de los recursos sí representa una posibilidad real de desarrollo económico y social para una comunidad pesquera artesanal de subsistencia determinada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a:

— La Cooperativa de Trabajo Pesquero Artesanal Llico de Arauco Ltda. por los aportes de recursos humanos y materiales para la realización de la Experiencia de Cultivo de *Gracilaria* sp. llevada a cabo en esa caleta.
— Sra. Aracely De Tesanos, por su valiosa colaboración en las sesiones de interpretación de datos y en la propuesta teórica del presente trabajo.
— Vicaría de Pastoral Obrera, Arzobispado de

Concepción, por el financiamiento otorgado para la realización de la experiencia técnica y por su constante aliento, y

— Patricia Caro, por la mecanografía de este trabajo.

A Milenka y Valentina, nuestras hijas.
A los pescadores artesanales de Llico.

BIBLIOGRAFIA

ALVEAL, K., 1986. Experimentos de cultivo en el área de Tubul-Golfo de Arauco. Alveal, K., Candia, A., Inostroza, I., Pizarro, A., Poblete, A. y Romo, H. (eds). Mem Sem. Tall. Manejo y Cultivo *Gracilaria*. 166-193

BECERRA, R.H., POBLETE, A., LEDERMANN, J., VELIZ, M. y SEGUEL, M., 1986. Cultivos marinos. Antecedentes para una Transferencia de Tecnología hacia el Subsector Pesquero Artesanal. En Actas Seminario de Transferencia Tecnológica y perspectiva de desarrollo del sector pesquero artesanal. Ed. A. Arrizaga. Pintificia Universidad Católica de Chile. Sede Regional Talcahuano, Chile. 55-80 p.

BLACK, H.I. y FONCK, F., 1981. On the vegetation dinamics of *Gracilaria* sp. in playa Changa, Coquimbo, Chile. Proc. Intern. Seaweed Symp. Xth. Ed. T. Levring Walter de Gruyter, Berlin and New York: 223-228 pp.

DELLAROSSA, V., 1974. Estudios ecológicos sobre *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss 1950 en Bahia Sn. Vicente y Bahia Dichato, Chile. Tesis de Licenciatura, Universidad de Concepción, 143 p.

DELLAROSSA, V., ROMO, H. y ALVEAL, K., 1980. Avances en el conocimiento de *Gracilaria verrucosa* en el área de Concepción, Chile. Boletín Instituto Oceanográfico de Sao Paulo 29 (2): 149-155

ENGLE, E.R., 1986. Criterios para la preparación y evaluación de proyectos de Acuicultura de Subsistencia RLAC/85/44-PES-8, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, FAO, Santiago, Chile: 79 pp

ESPES, 1982. Estudios para el manejo de praderas del recurso algológico *Gracilaria*, Bahía la Herradura, Bahia Tongoy. Informe para Subsecretaría de Pesca

FONCK, E., 1979. Estudios sobre productividad repoblación de *Gracilaria* spp. Playa Changa, Coquimbo, IV Región. Centro de Investigaciones Submarinas, Universidad del Norte, Sede Coquimbo, 49 p.

GRAMSCI, A., 1967. La formación de los Intelectuales, Capítulo 2 "En la búsqueda del principio educativo". Editorial Grijalbo, S.A.: México D.F. 1967. 123-138.

MARX, K., 1844. Manuscritos de 1844. Primer manuscrito. Editorial Arca de Noé. 99-114.

PIZARRO, A., 1986. Conocimiento actual y avances recientes sobre el manejo y cultivo de *Gracilaria* en Chile. En: Monografías biológicas 4:63-96, 1986 Simposio Internacional. Usos y funciones ecológicas de las algas marinas bentónicas. B. Santelices (ed.). Facultad de Ciencias Biológicas Pontificia Universidad Católica de Chile.

POBLETE, A., ANDRADE, Y., CANDIA, A., BERNAL, P. y BARRIENTOS, E., 1983. Estudio para el manejo de praderas del recurso algológico *Gracilaria*. Informe Final. Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Subsecretaría de Pesca, 173 p.

POLLNAC, R.B., 1979. Cambio tecnológico y organización social entre los pescadores artesanales. En: Actas Seminario Taller Desarrollo e Investigación de los Recursos Marinos en la VIII Región, Chile. Ed. V.A. Gallardo. Universidad de Concepción, Concepción, Chile

PRODEMAR, Ltda. 1983. Cultivo artesanal de algas *Gracilaria*. Informe efectuado para la Subsecretaria de Pesca, Chile, 161 pp.

RAMIREZ, C., WESTERMEIER, R., ROMAN, C., y WENZEL, H., 1980. Estudios taxonómicos, tecnológicos, fitosociológicos y ecológicos en las comunidades de pelillo en Maullín y Quemuir. Convenio Universidad Austral de Chile - SERPLAC X Región, Informe 92 pp.

ROMO, H. y ALVEAL, K., 1979. Estudios poblacionales de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss de Isla de los Reyes, Bahía Concepción. Cienc. y Tec. del Mer., CONA (4) 15-26

ROMO, H., ALVEAL, K. y DELLAROSSA, V., 1979. Biología de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en Chile Central. In: Actas I Symp. Algas Mar. Chilenas. Ed. Bernabé Santelices. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. 156-163 pp.

SANTA CRUZ, S., CACERES, C., IBACETA, M. y ROJAS, A., 1983. Proyecto cultivo artesanal de algas *Gracilaria*. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Subsecretaría de Pesca. 160 p.

SANTELICES, B. y FONCK, E., 1979. Ecología y cultivo de *Gracilaria lemanaeformis*. En: Actas I Symp. Algas Mar. Chilenas. Ed. Bernabé Santelices. Subsecretaría de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. 165-200 p.

WILKOMIRSKY, W. F., 1979. Cultivo artificial de algas *Gracilaria* sp. Proyecto externo. Convenio Universidad de Concepción. SERPLAC. Atacama 20-25 pp.

Gayana, Bot. 45 (1-4):461-474, 1988 ISSN 0016-5301

EVALUACION DE ALGAS EN AMBIENTES RESTRINGIDOS DEL GOLFO DE ARAUCO (CHILE): PUNTA FUERTE VIEJO A RIO TUBUL*

EVALUATION OF SEAWEEDS IN EMBAYMENTS LOCATED IN GULF OF ARAUCO (CHILE): FUERTE VIEJO POINT TO TUBUL RIVER

Camilo Werlinger I.**
Krisler Alveal V.**

RESUMEN

Se efectuó un estudio para estimar la biomasa, distribución y riqueza de especies de la flora submareal del área costera del Golfo de Arauco comprendida entre Punta Fuerte Viejo (37° 06' S; 73° 10' W) y Caleta Tubul (37° 14' S; 73° 27' W). Las estaciones de muestreo fueron seleccionadas a partir de fotografía aérea y las muestras fueron obtenidas por buceo autónomo.

En fondos duros se detectaron bajos valores de riqueza de especies y biomasa. Las especies dominantes fueron *Macrocystis pyrifera*, *Iridaea ciliata*, *Desmarestia ligulata*, *Ulva nematoidea* y *Gymnogongrus furcellatus* las cuales forman agregaciones dispersas en asociación con otras especies de algas rojas.

Poblaciones mucho más importantes de *Gracilaria*, desde el punto de vista comercial, fueron registradas en los estuarios de los ríos Tubul y Raqui, presentándose la mayor concentración en las cercanías de la desembocadura del río Tubul.

ABSTRACT

A general survey on the shore of the Gulf of Arauco between Fuerte Viejo Point (37° 06' S; 73° 10' W) and Tubul Cove (37° 14' S; 73° 27' W) was carried out in order to estimate the distribution, and biomass of the main populations of seaweeds as well as the species richness of the subtidal flora. The sampling stations were selected using aerial photography and the samples were collected by divers.

It was found a low species richness and low values of biomass on hard bottoms. The dominant species such as *Macrocystis pyrifera*, *Iridaea ciliata*, *Desmarestia ligulata*, *Ulva nematoidea* and *Gymnogongrus furcellatus* form scattered patches in association with other subordinated red algae. Much more important populations of *Gracilaria*, in terms of commercial abundance were recorded on soft bottoms in the estuaries of the both Raqui and Tubul rivers, being the monospecific beds of this species principally concentrated in the vicinity of the Tubul river outfall.

KEYWORDS: Subtidal seaweeds, distribution, biomass, species richness, Gulf of Arauco Chile.

*Investigación solicitada y financiada por Industria Celulosa Arauco y Constitución S.A.

**Departamento de Oceanología
Universidad de Concepción
Casilla 2407 — Apartado 10
Concepción - Chile

INTRODUCCION

En gran parte del área central de Chile se carece de información suficiente sobre estructura, funcionamiento y distribución de comunidades algales someras.

Información más reciente sobre ecología de macroalgas sublitorales se refiere a investigaciones en la comunidad submareal de *Lessonia* (Villouta y Santelices, 1984) e *Iridaea* (Romo et al, 1985), así como los estudios de Moreno y Sutherland (1982) sobre procesos biológicos y físicos en la comunidad de *Macrocystis pyrifera*, y, en el canal Beagle, un esfuerzo conjunto de la Armada de Chile y universidades chilenas permitió reunir información robusta de la comunidad de *Macrocystis pyrifera* (Santelices, 1981).

El Golfo de Arauco no escapa a este desconocimiento general. Por consiguiente, entre el 15 de diciembre de 1986 y el 31 de enero de 1987, se realizó este estudio con la finalidad de obtener información preliminar sobre la distribución y abundancia de las principales poblaciones algales de este sector, analizando aspectos tales como biomasa, stock, estructura de tallas de las poblaciones más importantes y consideraciones sobre la riqueza específica.

MATERIALES Y METODOS

Los muestreos se realizaron en el área costera del Golfo de Arauco entre Punta Fuerte Viejo (37° 06' S; 73° 10' W) y Caleta Tubul (37° 14' S; 73° 27' W) (Figura 1). En esta área se efectuó una prospección aérea y muestreos directos mediante buceo.

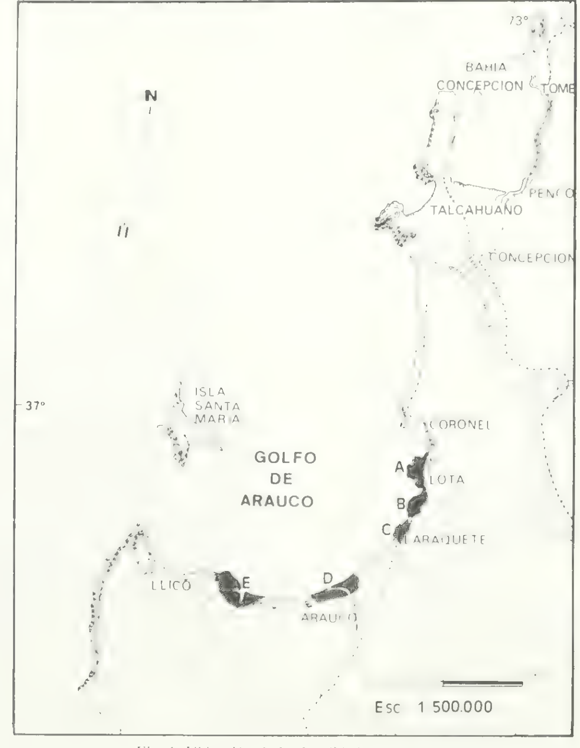


Fig. 1. Ubicación de las localidades estudiadas

Prospección aérea

La prospección aérea se realizó a 4.750 pies, en un avión Piper Cherokee con equipos para fotografía vertical. Incluyó las siguientes áreas:

Punta Fuerte Viejo....................... (Figura 1A)
Punta Villagrán............................ (Figura 1B)
Punta Andalicán a río Laraquete.. (Figura 1C)
Estuario de río Carampangue....... (Figura 1D)
Complejo estuarino de los ríos
Tubul y Raqui............................... (Figura 1E)

El levantamiento fotográfico se utilizó:

— para seleccionar los lugares de muestreo en los sectores rocosos como en los estuarinos de fondos blandos,
— para ubicar las áreas con *Macrocystis* y *Gracilaria*, y
— para estimar el área de cobertura de estas especies en los cálculos de stock.

Muestreos directos mediante buceo

En los sectores de costa rocosa correspondiente a Punta Fuerte Viejo, Punta Villagrán y el área entre Punta Andalicán y la desembocadura del río Laraquete, se efectuaron 33 transectos perpendiculares a la costa, con un total de 119 estaciones de muestreo. En las áreas de los ríos Tubul y Raqui se efectuaron 34 transectos perpendiculares al curso del río, con 112 estaciones. En el estuario de río Carampangue, debido a la distribución continua de las algas sólo en ciertos lugares de la ribera del estuario, los cuadrantes de muestreo fueron distribuidos en forma regular a lo largo de estos sectores y por lo tanto no se empleó el método del transecto. (Tabla I).

TABLA I. — Ubicación de las estaciones de muestreo en áreas de fondo rocoso y estuarinas

AREAS	LUGAR DE MUESTREO	NUMERO DE TRANSECTOS	NUMERO DE ESTACIONES
Punta Fuerte Viejo	El Cuervo	[illegible]	[illegible]
	Coleura Norte	[illegible]	[illegible]
Punta Villagrán	El Mirador	1	[illegible]
	Villagrán 1	1	4
	Villagrán 2	2	4
	Villagrán 3	1	[illegible]
	Puente El Ladrillo	3	[illegible]
	Villagrán 4	3	[illegible]
	El Pescador	1	4
	El Túnel	3	[illegible]
	Tunroto	[illegible]	[illegible]
	Chivilingo Norte	[illegible]	[illegible]
Punta Andalién a río Laraquete	Chivilingo Sur	[illegible]	[illegible]
	El Morro	[illegible]	4
	La Poza	[illegible]	[illegible]
	Barra río Laraquete	[illegible]	[illegible]
Río Carampangue	Curso inferior	[illegible]	[illegible]
Río Tubul	Curso Superior	[illegible]	[illegible]
	Curso Medio	[illegible]	[illegible]
	Curso Inferior	[illegible]	[illegible]
Río Raqui	Puente Raqui	[illegible]	[illegible]
	Desembocadura	[illegible]	[illegible]
	Estero Las Peñas	1	[illegible]
	Curso Inferior	[illegible]	[illegible]
Desembocadura ríos Raqui — Tubul	La Barra	[illegible]	[illegible]
TOTAL		[illegible]	[illegible]

En cada estación se procedió a recolectar toda el alga fija al sustrato, contenida en el interior de un cuadrante metálico de 1 metro por lado (1 m²) lanzado desde una embarcación. Cada muestra, debidamente identificada, se colocó en una bolsa de polietileno y se llevó al laboratorio para su análisis el que consistió en la identificación de las diferentes especies así como en la medición de la biomasa mediante una balanza Sauter con precisión de 1g Para el análisis de la estructura de tamaño de las especies se eligió, al azar, un número mínimo de 50 ejemplares, en el caso de *Gracilaria*, y de todos los ejemplares recolectados, en el caso de *Macrocystis* e *Iridaea*, midiéndose con precisión de 1 cm.

En el procesamiento de datos para la estimación de biomasa, área cubierta por algas, cálculos de stocks, estructura de tamaño y confección de gráficos, se utilizó un computador personal EPSON QX 10 y el programa Valdocs.

RESULTADOS

CARACTERIZACION DE LAS AREAS ESTUDIADAS

Areas Marinas Rocosas

Las áreas marinas rocosas incluidas en este estudio, y que están separadas entre sí por pequeñas playas de arena, se extienden desde Punta Fuerte Viejo hasta Punta Laraquete e incluyen 3 sectores rocosos: Punta Fuerte Viejo, Punta Villagrán y Punta Andalicán a Punta Laraquete.

El sector de Punta Fuerte Viejo (Figura 1A), se encuentra orientado al sur y suroeste y está protegido de la influencia del viento norte de invierno, por la presencia de un islote rocoso. Los sustratos sumergidos están compuestos por arena y rocas y los ambientes estudiados presentan profundidades de 2 a 6 metros con una pendiente, en general, suave.

Punta Villagrán (Figura 1B) está constituida por una línea de costa rocosa y abrupta, levemente desmembrada y con pequeños quiebres orientados al suroeste. Las profundidades, en las proximidades de la línea de costa, caen rápidamente a 10 metros, los sustratos sumergidos son rocosos sólo en las cercanías de ella, transformándose en arenosos hacia el interior.

El sector Punta Andalicán a Punta Laraquete (Figura 1C), con profundidades máximas de 10 metros, presenta sustratos rocosos hasta una distancia de entre 100 a 150 metros de la línea de costa, en donde cambia a fondo de arena. En la parte sur de este sector se ubica Caleta Laraquete, con fondo de arena aunque con áreas rocosas aisladas en las proximidades de la línea de costa.

Areas Estuarinas

El estuario del río Carampangue (Figura 1D), ubicado en la parte sureste del Golfo de Arauco, presenta un curso de agua de baja velocidad que tiene característica estuarinas por influencia del ambiente marino durante las pleamares. Area arenosa, extraordinariamente variable en cuanto a su batimetría; en general es de baja profundidad en los lugares apartados de la desembocadura (0.3 metros en pleamar), aunque hacia las zonas laterales se alcanzan profundidades entre 1 y 1.7 metros para llegar entre 2.6 y 3.0 metros cerca de la desembocadura.

Los estuarios del río Tubul y río Raqui (Figura 1E) son lugares de poca pendiente con cursos de agua débiles, que permiten la depositación de sedimentos.

El río Tubul, en su curso superior, presenta una franja central de 1.0 a 1.9 metros de profundidad con sectores bajos en la ribera sur (0.3 metros). El área central presenta un canalón principal próximo a la ribera norte con una profundidad de 1.6 metros en baja marea y un sector central que emerge totalmente con mareas muy bajas. Este último sector, que sustenta poblaciones de *Gracilaria*, presenta arena fina o arena muy fina. En sectores de este tipo las frondas de *Gracilaria* actúan como trampas de sedimentos elevando paulatinamente el nivel del sustrato y cuando la población algal es permanente, la circulación de agua se ve entorpecida, contribuyendo con ello a la depositación de sedimentos de grano fino y la aparición de fangos anóxicos.

El estuario del río Raqui presenta, en el área central, sectores con profundidades de 0.8 a 1.0 metros, con núcleos de 1.9 metros de profundidad; las mayores profundidades se observan hacia la desembocadura con valores entre 3.0 a 3.5 metros. El sedimento lo constituye principalmente arena fina a arena media con sectores de arena muy fina y limo-arcilla. Cerca de la desembocadura y como resultado de un cauce más estrecho y mayor velocidad del agua, el sedimento superficial es arrastrado y deja al descubierto el sustrato rocoso.

RESULTADOS BIOLOGICOS EN AREAS MARINAS

Riqueza de especies y Biomasa Punta Fuerte Viejo

En esta área se detectaron 11 especies sublitorales en fondos de sustratos mixtos, compuestos por sectores con arena, bloques y macizos rocosos. De las especies encontradas (Tabla II) solamente *Gracilaria* se encuentra asociada a fondos arenosos y el resto corresponde a especies saxícolas. Las especies cuantitativamente importantes son *Gracilaria verrucosa*, *Ulva nematoidea*, *Desmarestia ligulata* y *Gigartina chamissoi*; las otras especies son claramente secundarias.

Punta Villagrán

En el área se encontraron 13 especies sublitorales, habitando casi exclusivamente en sustrato de bloques y macizos rocosos. Con excepción de *Gracilaria*, encontrada en un sector arenoso, el resto de las especies son saxícolas. Del grupo total destacan por su significado en biomasa las siguientes especies: *Macrocystis pyrifera*, *Iridaea ciliata* y *Desmarestia ligulata*.

La comparación general y significado en biomasa en el sector se indica en la Tabla III.

TABLA II.– Estimación de biomasa en el área de Punta Fuerte Viejo.

ESPECIES	BIOMASA (g/m^2)	
	EL CUERVO	COLCURA N
Pugetia chilensis	3.9	1 6
Gracilaria verrucosa	100.8	87.3
Rhodymenia corallina	3 3	0.7
Phycodrys sp.	7.6	0.2
Desmarestia ligulata	18.5	—
Ulva nematoidea	20.3	1 8
Callophyllis variegata	7 9	0.4
Calliblepharis sp.	0.3	—
Delesseria sp. 1	2.8	1 1
Gigartina chamissoi	—	34.6
Delesseria sp. 2	—	1.9
TOTAL DE ESPECIES POR SECTOR	9	9
TOTAL GENERAL DE ESPECIES EN EL AREA	11	

TABLA III.– Estimación de biomasa en el área de Punta Villagrán (g/m^2)

ESPECIES	Mirad.	Villag. 1	Villag. 2	Villag. 3	Pte. Ladr.	Villag. 4	El Pescad.	2° Tun.	Tunr.	Chiv. Norte
Ulva nematoidea	65.0	2.5	—	1.0	7.7	47.3	1.0	6.9	2.2	42.6
Macrocystis pyrifera	—	—	—	8181.0	5839.6	—	—	2450.0	—	4577.4
Desmarestia ligulata	0.3	0.3	12.8	857.0	55.0	168.0	7.5	85.2	—	116.6
Grateloupia lanceola	22.0	—	—	—	12.3	8.9	—	67.8	—	—
Callophyllis variegata	0.7	3.8	—	4.3	—	2.0	12.3	0.5	—	—
Iridaea ciliata	1.3	1.0	—	1.7	131.9	128.9	0.8	214.7	0.3	135.0
Gigartina chamissoi	0.3	—	—	—	37.3	—	—	—	—	—
Gymnogongrus furcellatus	0.3	—	—	—	0.9	—	—	—	—	—
Gracilaria verrucosa	—	0.3	—	—	—	0.3	—	—	-	
Pugetia chilensis	5.3	1.3	—	19.0	2.3	5.8	—	21.3	0 3	13 2
Dendrymenia skottsbergii	—	3.3	—	—	0.3	—	—	—	2.8	—
Ceramium rubrum	13.7	0.5	0.8	—	10.2	1.6	1.3	4.0	–	
Chondria sp.	—	—	—	—	2.4		—	-		
TOTAL DE ESPECIES POR SECTOR	9	8	2	6	11	8	5	8	4	5
TOTAL DE ESPECIES EN EL AREA				13						

Punta Andalicán a Punta Laraquete

En esta área se recolectaron 13 especies de macroalgas sublitorales en sustratos en bloques, macizos rocosos y ambientes arenosos. Los valores más significativos de biomasa en el sector estudiado correspondieron a *Ulva nematoidea*, *Iridaea ciliata*, *Gigartina chamissoi* y *Gymnogongrus furcellatus* (Tabla IV).

TABLA IV.– Biomasa especifica en el área de Punta Andalién a Punta Laraquete.

ESPECIES			BIOMASA (g/m²)	
	CHIVLS	EL MORRO	LA POZA	LA BARRA
Ulva nematoidea	181.2	0.25	0.5	17.5
Iridaea ciliata	86.0	0.5	—	347.8
Macrocystis pyrifera	151.3	0.5	—	—
Gracilaria verrucosa	0.1	—	—	
Desmarestia ligulata	43.2	27.5	0.8	48.3
Pugetia chilensis	13.2	25.8	2.5	12.0
Callophyllis variegata	—	10.3	3.5	2.8
Dendrymenia skottsbergii	—	1.5	1.8	18.5
Delesseriaceae sp. 1	—	1.5	11.3	—
Gigartina chamissoi	—	—	0.5	140.4
Grateloupia lanceola	42.7	—	—	27.2
Ceramium rubrum	11.9	—	0.3	35.0
Gymnogongrus furcellatus	—	—	—	273.2
TOTAL DE ESPECIES POR SECTOR	8	8	8	10
TOTAL GENERAL DE ESPECIES EN EL AREA	13			

Distribución espacial abundancia y características de las poblaciones

Punta Fuerte Viejo

Sobre una superficie total de 21.105 m² en el Cuervo y 60.000 m² en Colcura Norte, se evaluó la distribución de las especies principales y especies acompañantes. Los valores totales para el área se especifican en la Tabla V:

Los ejemplares de *Gracilaria* en ambos lugares son pequeños; las longitudes promedios, clase modal y longitud máxima son mayores en la localidad de Colcura que en el Cuervo (Figura 2 a).

TABLA V.– Stock de las especies más importantes en Punta Fuerte Viejo.

ESPECIES	STOCKS (Kg)	
	EL CUERVO	COLCURA NORTE
Gracilaria verrucosa	2.126	4.533
Ulva nematoidea	427	91
Pugetia chilensis	82	81
Callophyllis sp.	166	19
Gigartina chamissoi		1.797

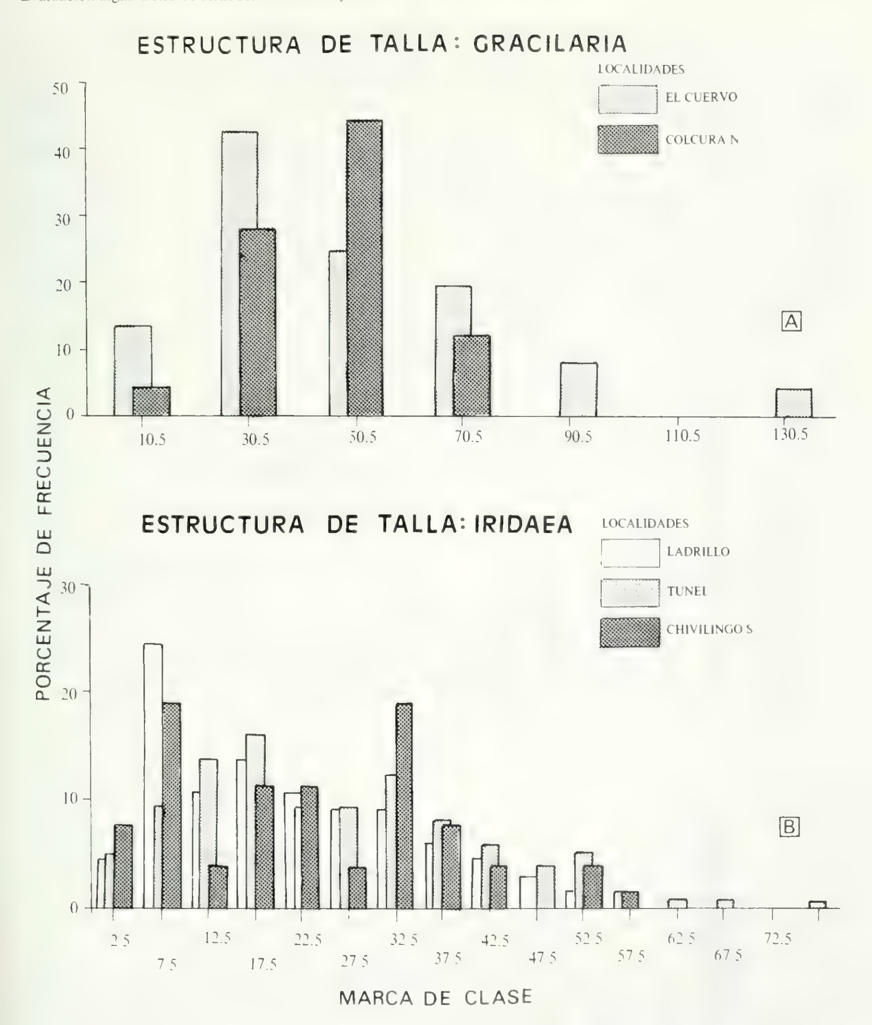


Fig. 2: a) Estructura de talla de *Gracilaria*, sector Fuerte Viejo; b) Estructura de talla de *Iridaea*, sector Punta Villagrán.

Punta Villagrán

Sobre la base de 18 transectos y cubriendo una extensión de costa de unos 4.000 metros, se evaluó la distribución de especies principales y de especies secundarias, estimándose también, para cada localidad, las cantidades totales existentes. Los stocks encontrados para las especies principales se indican en la Tabla VI.

TABLA VI. Stocks de especies principales (kg) en el area Punta Villagrán

ESPECIES PRINCIPALES	EL MIRADOR	VILLAGRAN 1	VILLAGRAN 2	VILLAGRAN 3	EL LADRILLO	VILLAGRAN 4	EL PESCADOR	EL TUNEL	TUNROTO	CHIVILINGO N.
D. ligulata	0.1	2.5	127.5	17.1	129.3	1799.6	819.4	69.4	-	489.1
P. chilensis	1.6	12.5	—	5.7	5.5	62.0	205.1		0.7	55.3
C. variegata	0.2	37.5	—	1.3	-	21.4	5.2	113.3	-	—
I. ciliata	0.4	10.0	—	0.5	309.9	1380.6	2066.0	6.9	0.7	566.0
U. nematoidea	19.5	25.5	—	0.3	18.0	506.2	66.6	9.3	6.0	178.8

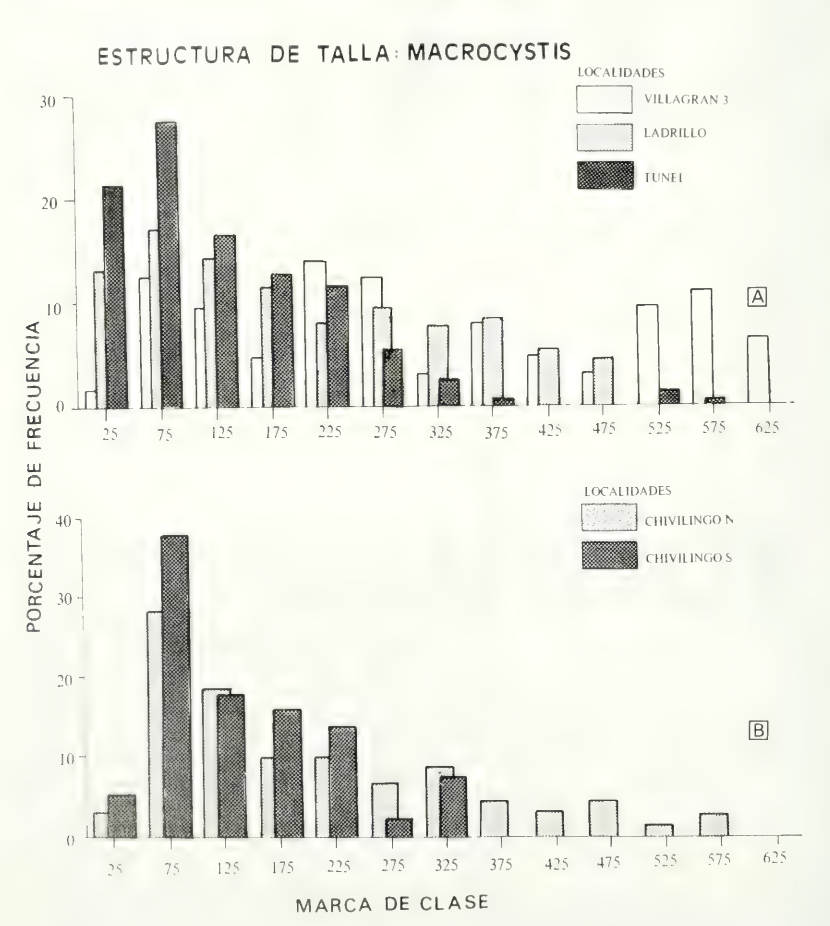


Fig. 3: Estructura de talla de *Macrocystis*: a) Sector Punta Villagrán, b) Sector Punta Villagrán y Punta Andalicán y Punta Laraquete

De las especies más constantes, de sectores restringidos que destacan por una alta biomasa, encontramos a *Desmarestia ligulata* e *Iridaea laminariodes*; las restantes especies no presentan valores significativos. Del mismo modo, muchas especies de frondas delicadas como *Rhodymenia*, *Delesseria*, *Phycodrys* y *Calliblepharis* no están presentes. Escasa abundancia presentan también *Chondria*, *Gymnogongrus* y *Gracilaria*.

Al efectuar el análisis de la estructura de tallas de las poblaciones de *Macrocystis* (Figura 3 a), se observa que las poblaciones de esta alga en las localidades de Villagrán 3, Puente El Ladrillo, II Túnel y Chivilingo Norte, presentan estructuras de tamaño diferentes. Las plantas que alcanzan tamaños mayores que 5 metros están presentes en Villagrán 3 y Chivilingo Norte, siendo la población de Villagrán 3 la más homogénea en estructura de tallas y alta frecuencia de las clases de gran tamaño, en cambio en las localidades de II Túnel, Puente El Ladrillo y Chivilingo Norte, la clase modal sólo alcanza entre 50 a 100 cm.

Las poblaciones de *Iridaea ciliata* se ubican en sectores semiexpuestos al oleaje, orientados al suroeste y protegidos del norte. Las mayores densidades se encuentran asociadas a *Macrocystis pyrifera* en las localidades de Puente El Ladrillo, II Túnel y Chivilingo Sur. El análisis de la estructura de tamaño de las 2 poblaciones (Figura 2 b) señala que la población de II Túnel alcanza las mayores tallas (sobre 77 cm) y en las otras dos localidades, las tallas no sobrepasan los 60 cm. A su vez, esta población es la que presenta la estructura de talla más normal, con una clase modal de 15 a 20 cm, en cambio la población de Puente El Ladrillo presenta un marcado sesgo hacia la clase modal de 5 a 10 cm, o sea, alta predominancia de frondas pequeñas.

Punta Andalicán a Punta Laraquete

Sobre la base de 8 transectos y cubriendo una superficie de 3.9 Há. se efectuó una evaluación de la distribución espacial de las especies principales y especies secundarias, estimándose las cantidades totales existentes en las áreas muestreadas para cada una de las localidades consideradas en el estudio.

Los stocks estimados para las especies principales se indican en la Tabla VII.

TABLA VII.–Stock de las especies más importantes en Punta Andalicán a Punta Laraquete.

ESPECIES	STOCK (Kg)			
	CHIV. S	EL MORRO	LA POZA	LA BARRA
Desmarestia ligulata	—	45.55	15.55	—
Pugetia chilensis	82.86	114.43	11.11	—
Callophyllis variegata	—	45.55	15.55	—
Iridaea ciliata	539.82	2.22	—	4.264.37
Ulva nematoidea	1137.39	1.11	2.22	214.58

Al igual que el área de Punta Villagrán, especies de frondas lábiles como *Phycodris*, *Calliblepharis*, *Delesseria*, *Chondria* y *Rhodymenia* no están presentes, otras como *Gracilaria* y *Callophyllis* están en escasa cantidad.

La estructura de tallas de *Macrocystis* de Chivilingo Sur se presenta en la figura 3 b. La población presenta una estructura de tamaño similar a la encontrada en Puente El Ladrillo —clase modal de 50 a 100 cm y talla máxima en la clase de 500 A 600 cm-.

Referente a la estructura de talla de *Iridaea ciliata* de Chivilingo Sur (Figura 2 b), se puede señalar que presenta dos clases modales representadas por la de 5-10 cm y la de 30-35 cm, con una longitud máxima que alcanza la clase de 50 a 55 cm. Se puede inferir que en esta localidad se han producido dos reclutamientos distanciados en el tiempo y que se manifiestan por la predominancia de las dos clases de tamaño señaladas.

RESULTADOS BIOLOGICOS EN AREAS ESTUARINAS

Riqueza de especies

Estuario del río Carampangue

En esta área de características dulceacuícola, las únicas especies encontradas corresponden a *Bostrychia harveyii* y *Enteromorpha clathrata*. La primera es dominante en el sistema con presencia en 22 de las 26 estaciones estudiadas y con una biomasa promedio de 675 g/m². *Enteromorpha clathrata* en cambio, se encontró sólo en 5 estaciones y con una biomasa promedio de 70 g/m².

Al contrastar los valores de biomasa en las áreas que enfrentan la desembocadura, con aquellas estaciones situadas al interior del estuario, se observa que éstas presentan biomasa mucho más elevada que en aquellas con mayor influencia del mar (Tabla VIII).

TABLA VIII.–Biomasa de *Bostrychia* y *Enteromorpha* en el estuario del río Carampangue.

	BIOMASA (g/m²)	
ESPECIE	ZONA DESEMBOCADURA	ZONA INTERIOR
Bostrychia harveyii	587,1	944,6
Enteromorpha clathrata	87,6	88,5

Estuario de los ríos Tubul, Raqui y Las Peñas

En este sistema, en donde se integran los ríos Tubul, Raqui y el Estero de las Peñas, solamente crece en forma dominante la especie *Gracilaria verrucosa* ocasionalmente acompañada de algas del género *Ceramium*. En niveles intermareales se han observado ejemplares de *Porphyra columbina* exclusivamente cerca de la desembocadura.

El área está sujeta a un programa de cultivo artificial sobre una superficie potencial cultivable de 171 Há distribuidas de la siguiente manera:

Sector del río Tubul.......................... 100 Há
Sector del río Raqui.......................... 62 Há
Sector del Estero de las Peñas............. 9 Há

Distribución y abundancia de *Gracilaria*.

Río Raqui y Estero de las Peñas

En este estudio se investigó en tres sectores del río Raqui y sobre una extensión total de 16.8 Há distribuidas de la siguiente manera:

Curso inferior de río Raqui............ 16.6 Há
Estero de las Peñas.......................... 0.1 Há
Puente Raqui.................................. 0.1 Há

La superficie actual cubierta por *Gracilaria* en este sector es de 2.7 Há. Los valores de biomasa de cada sector estudiado así como la extensión de las áreas y los stocks correspondientes se presentan en la Tabla IX.

Río Tubul

El estudio abarcó aproximadamente 5 kilómetros del río Tubul medidos desde la Desembocadura hacia arriba, cubriendo los sectores más densamente poblados por *Gracilaria*, que es la única especie presente en el área, en forma dominante.

La superficie estudiada fue de 73 Há distribuidas en tres sectores principales:

Sector superior.................................. 16 Há
Sector medio...................................... 12 Há
Sector inferior.................................... 45 Há

Los valores parciales de biomasa y stocks se presentan en la Tabla IX.

Característica de la población de *Gracilaria* en el sistema Raqui, Las Peñas, Tubul.

La estructura de talla de *Gracilaria* en el sistema Raqui-Las Peñas se caracteriza por presentar dos modalidades. Las plantas del curso inferior del río Raqui alcanzan mayor longitud promedio y máxima, que las del Estero de las Peñas y puente Raqui. La mayor frecuencia de plantas del río Raqui y puente Raqui. La mayor frecuencia de plantas del río Raqui se concentra en torno a la clase de 40-50 cm en tanto que en los otros dos sectores la clase modal se encuentra desplazada hacia los 20-30 cm (Figura 4). En el puente Raqui se encontraron las plantas más pequeñas, las cuales no sobrepasaron los 40 cm de longitud.

En el área del río Tubul la distribución de tamaño es relativamente normal con plantas de mayor longitud en el curso superior del estuario, 150-160 cm (Figura 4). En el sector medio se presentan las plantas de tamaño menor las que, en general, no exceden los 75 cm de longitud. En el curso inferior del río las plantas solamente alcanzan hasta la clase de 110-120 cm de longitud. En el curso medio a inferior la clase modal es de 50-60 cm y en el curso superior de 40-50 cm.

TABLA IX.– Superficie, biomasa y stocks de *Gracilaria* en el complejo estuarino Tubul-Raqui.

AREA	SECTOR	SUPERFICIE ESTUDIADA m^2	SUPERFICIE CON ALGAS m^2	BIOMASA Kg/m^2	STOCKS ton
Estuario rio Tubul	Curso Superior	160.000	5.902	0.32	0.2
	Curso Medio	120.000	4.077	1.4	0.6
	Curso Inferior	450.000	81.373	4.8	391
Estuario río Raqui	Puente Raqui	1.000	1.000	0.6	0.6
	Estero Las Peñas	1.000	768	2.3	1.8
	Curso Inferior	166.000	24.873	0.4	9.9

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El estudio efectuado permitió caracterizar tres sectores de costa sublitoral rocosa y tres áreas estuarinas en el Golfo de Arauco. Las tres áreas primeras conforman una línea de costa relativamente rectilínea, expuesta al oleaje y separadas por sectores arenosos. Los sustratos duros se extienden hasta 10 m de profundidad delimitando una banda rocosa sublitoral estrecha.

En el caso de las áreas estuarinas, la influencia de las aguas marinas puede alcanzar varios kilómetros río arriba, como es el caso del río Tubul en el cual las condiciones estuarinas se manifiestan sobre 6 km de la desembocadura. El sustrato es arenoso y arenoso-fangoso y diversificado de acuerdo a la dinámica de cada estuario. La batimetría es cambiante y compleja, pero en general en los estuarios estudiados, las profundidades son bajas con máximos de 3 a 4 m cerca de las desembocaduras.

En relación con el número de especies, los sectores de fondo rocoso presentan cierta normalidad en el número. Al considerar las 16 localidades desde Punta Fuerte Viejo a Punta Laraquete, el total de 17 especies encontradas presentan una riqueza levemente inferior a las 22 reportadas por Romo et al (1985) en Ensenada Reque, sector ubicado al norte del río Bío Bío; sin embargo, si se compara el número de taxa de cada localidad con el de Ensenada Reque, se observa que el número de especies por localidad es muy bajo, siendo el sector de Puente El Ladrillo el lugar con el número mayor, (11 especies) y Villagrán 2, el lugar más pobremente caracterizado, con sólo 2 especies (Tabla X).

En relación con la tabla X, se puede señalar que en Punta Fuerte Viejo se observa la presencia de 10 especies, aunque ninguna de ellas con biomasa destacada; en este contexto, *Gracilaria*, que es el taxón más abundante, no presenta biomasa comparable a las de otras áreas productoras de este recurso. Los valores de 100,8 g/m^2 y 87,3 g/m^2 de *Gracilaria* encontrados en el Cuervo y Colcura Norte son de un orden de magnitud menor que los reportados para Caleta Lenga y Dichato por Dellarossa (1974), para Isla de Los Reyes (Bahía de Concepción) por Romo y Alveal (1979) y Dellarossa et al. (1980). La baja biomasa detectada en este sector puede ser el reflejo de la heterogeneidad del sustrato (roca y arena) o especialmente una acción antrópica extractiva; este planteamiento se ve reforzado al analizar la estructura de tamaño de las plantas de *Gracilaria*, información que señala una alta predominancia de ejemplares de pequeño tamaño y la longitud máxima, en general, no sobrepasa los 140 cm.

En Punta Villagrán, sector rocoso con fuerte exposición al oleaje, el número de especies es muy similar al encontrado en Punta Fuerte Viejo. La principal diferencia es la aparición de poblaciones de *Macrocystis pyrifera* en tres localidades, las que se ubican preferentemente en pequeñas ensenadas orientadas al suroeste y por lo tanto con una cierta protección a los vientos del norte y noroeste. Estas praderas son pequeñas si se comparan con poblaciones de las áreas de Lirquén y Cocholgüe en Bahía de Concepción (Alveal et al, 1987), donde el grado de protección al oleaje es más elevado y no son comparables, en absoluto, con las poblaciones del área austral de Chile donde estas praderas alcanzan su máxima expresión en el país (Santelices, 1981).

TABLA X.– Distribución de especies y rango de biomasa en el área de estudio.
(*) = 1-50 g/m^2, (**) = 51-200 g/m^2, (***) = 201-400 g/m^2 y (****) > 400 g/m^2.

ESPECIES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
U. nematoidea	*	*	**	*		*	*	*	*	*	*	*	**	*	*	*			
I. ciliata			*	*		*	**	**	*	***	*	**	**	*	***				
M. pyrifera				*		****	****			****		****	****						
G. verrucosa	**	**																****	****
D. ligulata	*		*	*	*	**	**	**	*	***		**	*	*	*	*			
P. chilensis	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*			
R. coralina	*	*																	
C. variegata	*	*	*	*		*		*	*	*				*	*	*			
D. skottsbergii				*			*				*			*	*	*			
Delesseriaceae sp. 1	*	*												*	*				
G. chamissoi		*	*				*								*	**			
Phycodrys sp.	*	*																	
Delesseriaceae sp. 2		*																	
G. lanceola			*				*	*		**			*						
C. rubrum			*		*		*									*			
G. furcellatus			*				*									**			
Chondria sp.							*												
B. harveyii																	****		
E. clathrata																	*		

ESTACIONES

1 = El Cuervo	6 = Villagrán 3	11 = Tunroto	16 = Laraquete
2 = Colcura N	7 = P. Ladrillo	12 = Chivilingo	17 = Carampangue
3 = El Mirador	8 = Villagrán 4	13 = Chivilingo	18 = R. Raqui
4 = Villagrán 1	9 = El Pescador	14 = El Morro	19 = R. Tubul
5 = Villagrán 2	10 = Il Túnel	15 = La Poza	

La biomasa de *Macrocystis* en los lugares estudiados es mucho más alta que la de los demás especies muestreadas, los ejemplares alcanzan hasta seis metros de longitud, pero su tamaño es menor que los del área austral, en donde los tamaños registrados en la época de verano indicaron una alta proporción de ejemplares de 10 a 14 m de longitud (Romo et al, 1984).

La asociación de especies en el estrato inferior de los lugares estudiados, así como su biomasa y riqueza, es similar entre las áreas rocosas, independientemente de la presencia o ausencia de praderas de *Macrocystis*.

En relación a las poblaciones de *Iridaea ciliata*, éstas muestran una menor densidad que la encontrada en Ensenada Reque por Romo et al (1985). En este sentido se reportó que la biomasa de verano, en 1984, fue aproximadamente de 1000 g/m^2 en estaciones ubicadas a 5 m de profundidad; en cambio en el área de Punta Villagrán, la mayor biomasa correspondió a la estación de Punta Laraquete con solamente 347,8 g/m^2.

Al analizar globalmente todo el sector rocoso entre Punta Fuerte Viejo y Punta Laraquete, se puede indicar que el área sustenta asociaciones diversificadas de macroalgas; sin embargo, existen los siguientes aspectos destacables:

— Gran ausencia de otras algas pardas sublitorales como *Lessonia trabeculata, Glossophora kunthii, Myriogloia chilensis* y especies de *Ectocarpus.*

— Entre las algas rojas no se observó la presencia más continua y de gran biomasa de *Gymnogongrus, Dendrymenia* y *Grateloupia*, las cuales son muy abundantes en Ensenada Reque (Romo et al, 1984).

— Hay escasa representación de especies de frondas delicadas de los géneros *Delesseria, Gigartina, Phycodrys, Ceramium* y *Chondria*, las

que están ausentes en un gran número de localidades. Sin embargo, como se observa en la Tabla X, la riqueza de especies se mantiene bastante estable a lo largo de las 16 localidades estudiadas.

En áreas estuarinas, la situación es particular para cada una de las localidades. En el río Carampangue la presencia exclusiva de *Bostrychia* y *Enteromorpha* indica una estructuración ambiental reciente producida por cambios fisiográficos como consecuencia de alteraciones en el curso de río. La existencia de *Gracilaria* y su desaparición posterior (comunicación de pescadores) estarían asociadas a los cambios ambientales mencionados y a un excesivo esfuerzo antrópico de explotación.

En los ríos Tubul y Raqui, la situación estuarina es claramente favorable para *Gracilaria* debido a que podrían prosperar poblaciones importantes de esta especie si el cultivo y manejo de ellas es adecuado. Las características de talla y

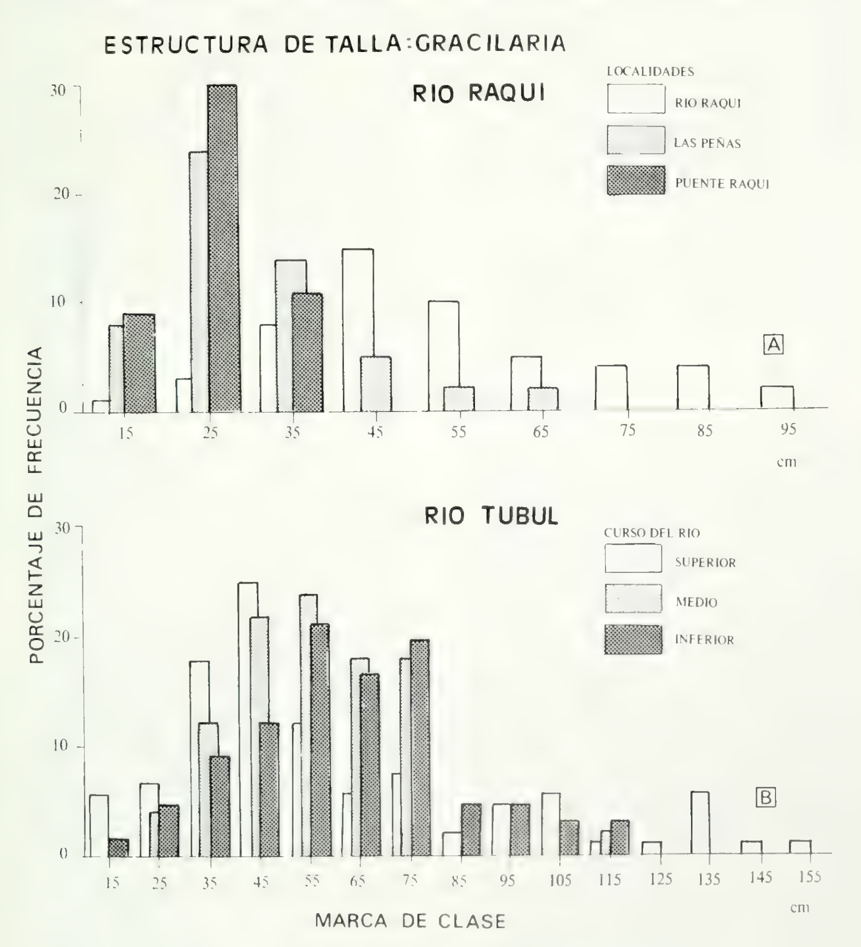


Fig. 4: Estructura de talla de *Gracilaria*: a) río Raqui, b) río Tubul.

biomasa, aun en sectores apartados de la desembocadura, confirman esta situación ambiental y biológicamente favorable.

La información histórica reciente que se dispone para la población de Tubul indica que ella ha sufrido bruscas variaciones, producidas principalmente por la actividad extractiva de la caleta de pescadores de Tubul y pobladores de áreas adyacentes. Así, por ejemplo, ESPES (1981) indica que en noviembre de 1980 se estimó un stock de 79,8 ton en una superficie de 190.000 m^2 y en enero de 1981 éste era de 7,2 ton de alga seca y peso constante en 60.000 m^2. Aplicando a los stocks (expresados en Kg) un factor de 7,5 para transformar el valor Kg de alga seca en Kg de alga húmeda (90% humedad standard) y dividiendo este valor por las respectivas superficies (m^2), se obtienen promedios de biomasa de 0,4 g/m^2 y 0,9 g/m^2 de alga húmeda para noviembre y enero respectivamente.

Los valores encontrados en el actual estudio indican biomasas de 0,4 kg/m^2, 1,4 kg/m^2 y 4,8 kg/m^2 para los sectores superior, medio e inferior del estuario, valores superiores a los de la evaluación antes mencionada, y en un estudio no publicado, efectuado por el Laboratorio de Algas del Departamento de Oceanología, en diciembre 1983-enero 1984, utilizando la misma metodología, se estimó biomasa de 8,2 kg/m^2, 11,4 kg/m^2 y 12,5 kg/m^2 para estos mismos sectores.

Estas fluctuaciones de biomasa en años distintos y para una misma época del año, comprueban que las variaciones que sufre la población son casi exclusivamente el producto de una actividad extractiva no planificada.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a Industria Celulosa Arauco y Constitución S.A., quien financió íntegramente este estudio. También a la Srta. Andrea Aste V., quien ayudó intensamente en el ordenamiento de la información, procesamiento de datos y realización del informe de este estudio; a la Srta. Marcia Vargas Mc., quien dibujó mapas y gráficos, y al Sr. José Caamaño, por su importante colaboración en las actividades de terreno y muestreo submarino.

BIBLIOGRAFIA

ALVEAL, K., ROMO, H. y WERLINGER, C. 1987. Peritaje acerca del probable impacto ambiental del accidente de la nave Pacific Confidence II en el Puerto de Lirquén. Subproyecto 4.— Estado de las algas marinas bentónicas sublitorales del borde este de la Bahía de Concepción. Informe Interno Universidad de Concepción, Departamento de Oceanología, 36 páginas.

DELLAROSSA, V. 1974. Estudios ecológicos sobre *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, 1950, en Bahía San Vicente y Bahía Dichato. Chile. Tesis Universidad de Concepción. 108 páginas.

DELLAROSSA, V., ALVEAL, K. y ROMO, H. 1980. Avances en el conocimiento de *Gracilaria verrucosa* en el área de Concepción. Chile. Bolm. Inst. oceanogr. S. Paulo. 29(2): 149-155.

ESPES.1981. Prospección de algas. Provincia de Arauco. Informe final a Secretaría Regional de Planificación y Coordinación VIII Región. 68 páginas.

MORENO, C.A. and SUTHERLAND, J.P. 1982. Physical and biological processes in a *Macrocystis pyrifera* near Valdivia. Chile. Oecologia (Berl.) 55: 1-6.

ROMO, H. y ALVEAL, K. 1979. Estudios poblacionales de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfus de Isla de los Reyes, Bahía de Concepción. Ciencia y Tecnología del Mar. CONA 5: 15-26.

ROMO, H., ALVEAL, K. y AVILA, M. 1984. El efecto de la poda en la sobrevivencia, tamaño y rendimiento de *Macrocystis pyrifera* (L.) J. Ag. (Lessoniaceae) de Isla Navarino. Chile. Gayana (Bot.) 41(1-2): 127-135.

ROMO, H., PIZARRO, A. y MUÑOZ, M. 1985. Manejo de *Iridaea sp.* y la factibilidad de incremento en el ambiente natural. Informe técnico a Secretaría Regional de Planificación y Coordinación VIII Región. 155 páginas.

SANTELICES, B. 1981. Informe final. Biología y factibilidad de utilización de praderas de *Macrocystis pyrifera* en Puerto Toro. Isla Navarino. Chile. Informe preparado para el Estado Mayor de la Armada de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. 686 páginas.

VILLOUTA, E. y SANTELICES, B. 1984. Estructura de la comunidad submareal de *Lessonia* (Phaeophyta, Laminariales) en Chile norte y central. Revista Chilena de Historia Natural 57: 111-122.

INDICE TAXONOMICO

Se menciona la primera página del trabajo en que la especie es citada.

INDICE DE AUTORES

RECOMENDACIONES PARA PRESENTAR LOS MANUSCRITOS A GAYANA

1. INTRODUCCION, MATERIALES Y METODOS, RESULTADOS, DISCUSION, CONCLUSIONES, AGRADECIMIENTOS, BIBLIOGRAFIA, son títulos y se escribirán con MAYUSCULAS (AGRADECIMIENTOS).
2. Subtítulos: VERSALITA
3. Nombres de los géneros y de las especies (cuando encabezan un párrafo): ***negrita cursiva***
4. Nombres de sinónimos: *cursiva*
5. Nombres científicos en el texto: *cursiva*
6. Material estudiado: ALTA (8/10)
7. Indice de nombres científicos: ALTA (8/10)
8. En el índice de nombres científicos los nombres válidos en ***negrita cursiva*** y los sinónimos en *cursiva*.
9. Los tipos de letra se señalan en el original como sigue:

Tipo impreso	Nombre	En manuscrito
Un probable origen	Redonda	no se señala
VALD	ALTA	se subraya tres veces: VALD
MATERIAL ESTUDIADO	Versalitas	se subraya dos veces: Material estudiado
a) crecen bien	baja	no se señala
Bromus berterianus	Cursiva	se subraya una vez: Bromus berterianus
BROMUS	ALTA CURSIVA	se subraya cuatro veces: BROMUS
Nota:	negrita	se subraya con una línea ondulada: Nota:
Bromus racemosus	negrita cursiva	se subraya dos veces, con una línea recta y otra ondulada: Bromus racemosus

10. Ejemplo de clave en trabajos de Botánica:

CLAVE PARA LA DETERMINACION DE LAS ESPECIES

a. Plantas anuales. Lema con dorso redondeado.
- b. Arista retorcida en la base y brevemente geniculada.
  - c. Glumas mayores que la mitad de la lema contigua, generalmente tan larga como ella ..... 1. *B. bertetianus*
  - c'. Glumas menores que la mitad de la lema contigua ..... 2. *B. gunckelii*
- b'. Arista recta y no retorcida en la base.
  - d. Gluma inferior 3-7 nervada.
    - e. Márgenes de la lema curvos hacia el interior.
      - f. Pálea tan larga como la lema ..... 3. *B. secalinus*
      - f'. Pálea menor que la lema ..... 4. *B. squarrosus*
    - e'. Márgenes de la lema no curvos hacia el interior.
      - g. Arista nace a menos de 1,5 mm del ápice.
        - h. Lema pubescente, 8-11 mm de largo ..... 5. *B. hordeaceus*
        - h'. Lema glabra, 6,5-8 mm de largo ..... 6. *B. racemosus*
      - g'. Arista nace más allá de 1,5 mm del ápice.
        - i. Panícula densa, ramificaciones no mayores de 2 mm de largo. Lema 7-8 mm de largo ..... 7. *B. scoparius*
        - i'. Panícula laxa, ramificaciones mayores de 10 mm de largo. Lema 10-12 mm de largo ..... 8. *B. lanceolatus*
  - d'. Gluma inferior 1 nervada.
    - j. Gluma inferior mayor de 15 (20) mm de largo Lema mayor de 20 (20-25) mm de largo ..... 9. *B. rigidus*
    - j'. Gluma inferior 7-12 mm de largo. Lema menor de 20 mm de largo.
      - k. Panícula laxa. Pedicelos mayores de 4 cm de largo (4-6 cm).
        - l. Espiguillas 40-50 cm de largo. Lema 12-16 mm de largo ..... 10. *B. sterilis*
        - l'. Espiguillas 20-35 mm de largo. Lema 9-12 mm de largo ..... 11. *B. tectorum*
      - k'. Panícula densa. Pedicelos menores de 4 (1-4) cm de largo ..... 12. *B. madritensis*

a'. Plantas generalmente perennes. Si son anuales, la lema posee dorso carinado.
- m. Dorso de la lema redondeado o apenas comprimido.
  - n. Gluma inferior 3(5) nervada, superior 5(7) nervada. Lema 9 nervada ..... 13. *B. setifolius*
  - n'. Gluma inferior 1 nervada, superior 3 nervada. Lema 3-5-7 nervada.



REGLAMENTO DE PUBLICACION DE GAYANA

1. La revista Gayana dedicada al distinguido naturalista francés Claudio Gay, es el órgano oficial de la Editorial de la Universidad de Concepción, Chile, para la publicación de resultados de investigaciones originales en el área de las Ciencias Naturales. Está compuesta de las series Botánica, Zoología y Miscelánea.
   Las dos primeras aparecen en la forma de un volumen anual compuesto por cuatro números; Gayana Miscelánea es aperiódica.
2. Gayana recibe trabajos realizados por académicos de la Universidad de Concepción y ocasionalmente los de otros investigadores nacionales o extranjeros de prestigio, elaborados según las normas del presente reglamento. La recepción es permanente.
3. Gayana acepta trabajos escritos en idioma español o inglés. La publicación en otros idiomas deberá ser consultada previamente al Director.
4. El manuscrito debe ser entregado en triplicado; una de las copias llevará las figuras originales.
5. El Director de la revista, asesorado por el Comité de Publicación, se reserva el derecho de aceptar o rechazar el manuscrito.
6. El manuscrito será enviado a pares para su revisión técnica.
7. La primera prueba de imprenta será enviada al autor principal para su corrección antes de la impresión definitiva. Si ello fuere imposible o dificultoso, la corrección será realizada por el Comité de Publicación.
8. Los nombres científicos y las locuciones latinas serán las únicas que irán subrayadas en el texto. La primera vez que se cite un organismo deberá hacerse con su nombre científico completo (género, especie y autor).
9. Las medidas deberán ser expresadas en unidades del sistema métrico; si fuera necesario agregar medidas en otros sistemas, las abreviaturas correspondientes deben ser definidas en el texto. Decimales con coma, no punto (Ejemplo: 0,5).
10. Las citas en el texto deben incluir nombre del autor y año [Ejemplo: Smith, J.G. (1952)]. Si hay varios trabajos de un autor en un mismo año, se citará con una letra en secuencia adosada al año (1952a). Cuando hay más de dos autores todos los nombres serán citados en la primera mención [Ejemplo: Smith, J.G., P.J. Jones and W.E. Williams (1981); las referencias posteriores serán: Smith *et al.* (1981)].
11. La biliografía incluirá todas y sólo las referencias citadas en el texto, dispuestas por orden alfabético del apellido del primer autor, sin número que la anteceda. La literatura botánica será citada según el B-P-H (Botánico-Periodicum-Huntianum) y la zoológica según el Style Manual of Biological Journals.
12. La nomenclatura de los trabajos botánicos y zoológicos se regirá por sus respectivos códigos.
13. Las ilustraciones y tablas deben ser adecuadas para, una vez reducidas, ocupar un ancho de 70 mm (una columna) o 150 mm (dos columnas) y una longitud no superior a 220 mm, incluido el espacio del texto explicativo.
14. Los dibujos deben ser de alto contraste y deben llevar una escala para facilitar la determinación del aumento.
15. Las figuras se numerarán en orden correlativo con números arábigos. Las tablas de igual modo con número romanos. Cada tabla debe llevar un título descriptivo en la parte superior.
16. Las fotografías se considerarán figuras para su numeración. Serán en blanco y negro, brillantes, de grano fino y buen contraste y deben ser acompañadas de una escala para la determinación del aumento.
17. En el reverso de las láminas originales se deberá indicar el nombre del autor, título del trabajo y número de las láminas.
18. Adjunto al manuscrito se entregarán en forma secuencial las explicaciones de cada una de las figuras.
19. El texto deberá contener: Título, título en inglés, nombre de los autores, dirección de los autores, Resumen, Abstract, Keywords, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, Agradecimientos y Bibliografía.
20. El título debe ir todo escrito en letra mayúscula y expresar el contenido real del trabajo. Si incluye un nombre genérico o específico se indicará el rango sistemático inmediatamente superior.
21. Si por alguna circunstancia especial el trabajo debe ser publicado en forma diferente a las disposiciones anteriores, el autor deberá•exponer su petición al Director antes de enviarlo.



BOTANICA VOLUMEN 45 NUMEROS 1-4 1988

CONTENIDO / CONTENTS

I *CONFERENCIAS*

(Continúa en pág. 3)



Deseamos establecer canje con Revistas similares

Correspondencia, Biblioteca y Canje:
COMITE DE PUBLICACION
CASILLA 2407 APARTADO 10
CONCEPCION • CHILE

EDITORIAL UNIVERSIDAD DE CONCEPCION